

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : Louis OLIVIER (1890-1910) — DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS (1910-1923)

DIRECTEUR : Louis MANGIN, Membre de l'Institut, Directeur du Muséum national
d'Histoire Naturelle

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Ch. DAUZATS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des
travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Sciences mathématiques

Sur un point de Géométrie infinitésimale Directe.

Dans son remarquable article : « Sur quelques points de Méthodologie géométrique », paru dans le numéro du 31 janvier 1930¹, M. G. Bouligand a donné une démonstration très séduisante de la propriété, possédée par une courbe gauche ne coupant chaque plan qu'en un nombre fini de points, d'admettre partout des demi-tangentes antérieure et postérieure.

J'ai simplifié encore cette démonstration en notant qu'on n'a pas à se préoccuper de la continuité du contingent. Soit le demi-arc AL , sans point multiple. Supposons que son contingent en A contienne deux rayons distincts AS et AT , et soit π un plan passant par A , tel que AS et AT soient de part et d'autre de π . Nécessairement, un tel demi-arc devra couper le plan π en une infinité de points s'accumulant en A : sinon, en prenant un point M sur le demi-arc, entre A et le premier point d'intersection postérieur à A , l'arc AM serait d'un côté déterminé de π , et y entraînerait son contingent.

La conclusion de M. Bouligand est donc rendue plus immédiate, et cela donne encore plus de prix à une notion dont il a tiré de si belles applications.

G. RABATÉ,

Assistant à la Faculté des Sciences de Poitiers.

§ 2. — Sciences naturelles.

Quelques mots à propos des recherches microbiologiques des pays arctiques.

Depuis longtemps les recherches microbiologiques dans les pays arctiques ont donné des résultats négatifs. Il y a une quarantaine d'années ont commencé les recherches assez nombreuses qui ont donné des résultats radicalement opposés. En 1892 encore les recherches de Cuto et de Levin (1899) ont montré que dans les pays arctiques dans le sol, l'eau des marais, des ruisseaux, la neige contiennent une flore bactériale assez riche. Elles ont également montré que l'eau douce est plus riche en flore bactériale que l'eau maritime. Les mêmes résultats ont donné l'expédition suédoise au pôle sud et l'expédition française sous la direction du Dr Charcot; les échantillons de cette dernière expédition étaient soumis à l'expérience à Paris à l'Institut Pasteur par Mme Cyclinsky. Ces recherches ont démontré indubitablement que les pays arctiques sont assez riches de la flore bactériale, et qu'ils manquaient de microbes pathogènes. Ces derniers ont été découverts là. Les recherches de l'expédition allemande au pôle sud sous la direction du professeur Drigalsky (1901-1902) a constaté un grand nombre de flores bactériales dans l'océan à diverses profondeurs. Les nombreuses recherches du professeur Issatchenko dans l'océan Glacial arctique ont donné les mêmes résultats (1914). Sur la neige éternelle (Alpes), on a constaté un *fucus Sphaerella nivalis* qui donne lieu à la formation de la neige rouge. L'expédition arctique qui travaille en ce mo-

1. Voir les paragraphes 8 et 9, pages 42 et 43.

ment sous la direction du professeur Issatchenko a constaté également l'existence d'une flore bactériale assez riche et variée, mais, selon l'observation de Issatchenko, l'air atmosphérique est stérile.

Ce dernier fait est en contradiction avec nous et d'autres auteurs de nombreuses recherches sur l'influence de l'air stérilisé, du milieu et de la nourriture stérile sur les animaux supérieurs.

Les résultats positifs des recherches expérimentales sont incontestables, mais les résultats négatifs sont très souvent erronés. Par exemple, dans le cas de certaines maladies (variole, rage, rougeole), des recherches nombreuses et exactes n'ont pu établir la présence de microorganismes dans le sang et dans les tissus, alors que les propriétés infectieuses de ces maladies, sont indubitables.

Les méthodes des expériences sur l'air atmosphérique (Petri, Hesse, Straus-Würtz, Laptchinsky, Pelowsky, etc.) sont assez primitives : bouillons de viande stérilisés et peptonisés, etc. ne sont pas favorables au développement de tous les microbes; dans les analyses quantitatives et qualitatives de l'air, nous trouvons, par notre méthode moderne, presque exclusivement les microbes des fermentations et les germes de moisissure; pour développer d'autres microbes, nous employons les milieux spécifiques et les animaux d'expérimentation.

Mes expériences ont constaté que la vie des animaux supérieurs (lapin, chien, cobaye, pigeon, rat) ne peut durer, dans les expériences avec l'air, le milieu et la nourriture stériles, plus de 7 à 12 jours. Ce fait extrêmement important est confirmé par les expériences subséquentes d'autres expérimentateurs compétents.

Les recherches du professeur Schottelius (1893-1908) ont porté sur le développement des poussins nouveau-nés. Il les plaçait dans une boîte de verre partagée en deux compartiments, l'un pour les normaux, l'autre pour les stériles. Ces derniers se développaient mal, perdaient du poids et leur mortalité était de 100 %; les premiers vivaient parfaitement.

Les résultats que j'ai obtenus ont été contrôlés et confirmés par le professeur Charrin et le Dr Guillemonat. Ils constatèrent en effet que : 1° le coefficient de Robin est plus fort chez les animaux ingérant des aliments non stérilisés et respirant de l'air ordinaire; 2° les animaux vivant en milieu stérilisé perdront plus de poids que les témoins vivant dans le même appareil; 3° il y a une grande mortalité chez les animaux stériles (70,3 %)¹. Dans le même ordre d'idées, Mme Metchnikoff a soigneusement étudié le développement de têtards de grenouilles (*Rana temp.*) dans des conditions normales et dans des conditions de stérilité de milieu et d'alimentation. Ils se sont comportés de façons très différentes :

	Têtards stériles	Têtards normaux
Longueur du corps...	15,5 mm.	15,5 mm.
Poids.....	25 mgr.	142 mgr.

1. Charrin et Guillemonat ont dit que l'air était plus ou moins stérile.

E. Moro, sur des larves de *Pelobatus fuscus*, et Couvreur sur des vers à soie, ont obtenu des résultats analogues.

Mes recherches chimiques sur les animaux adultes ont montré le dérangement dans ces cas du métabolisme, l'abaissement des processus d'oxydation, l'accumulation d'une grande quantité de produits d'oxydation incomplète, qui conduisent à la mort par auto-intoxication (Kianitzine, Charrin et Guillemonat).

Les expériences (Nuttal et Tiersfelder, Cohendy, Wollmann) qui ont donné des résultats négatifs sont bien peu nombreuses (Nuttal et Tiersfelder). Toutes, elles sont sujettes à de sérieuses objections. Les conclusions que Cohendy tire de ses expériences ne s'accordent pas avec les chiffres qu'il donne lui-même. Wollmann affirme qu'il faut chercher la raison des résultats obtenus par Mme Metchnikoff dans l'insuffisance de la nourriture donnée à ses têtards stériles, mais Mme Metchnikoff n'indique pas dans le procès-verbal de ses expériences la quantité de nourriture donnée aux animaux.

Le professeur Schottelius et moi avons apprécié ces expériences à leur juste valeur (voir Bibliographie).

Il ne serait pas tout à fait juste d'affirmer, en se basant sur les méthodes d'exploration dont nous disposons actuellement, que l'air arctique est complètement privé de microbes. C'est la seule manière d'accorder les faits constatés par mes recherches et confirmés par d'autres auteurs, avec les données présentes relatives à l'analyse bactériologique de l'air des contrées arctiques.

Professeur Jean KIANITZINE.

BIBLIOGRAPHIE

1. KIANITZINE. — *Journ. for Hygiene*, et, (Russian), X, 1894. *Arch. de biol.* (Gand) XIII, p. 339, 1894.
2. KIANITZINE. — *Vratch*, 1898 (Russian); *Journ. for Hygiene* (Russian) VIII, and IX, 1900; *Arch. de biol.* (Liège), XVI, p. 663, 1900. *Virchow's Arch.*, CLXII, 1900.
3. PORTIER. — *Semaine Méd.*, XX, p. 82-1893.
4. NUTTAL UND TIERFELDER. — *Ztschr. f. physiol. Chemie*, XXI, p. 109, 1895, XXII, p. 62, 1897.
4. SCHOTTELIUS. — *Arch. f. Hygiene*, XXXIV, p. 210, 1899; XLII, p. 48, 1902; LXVII, p. 177, 1908.
6. CHARRIN ET GUILLEMONAT. — *C. R. de l'Acad. d. Sc.*, 1901, 29 avril.
7. MME O. METCHNIKOFF. — *Ann. de l'Institut Pasteur*, XV, p. 631, 1901.
8. E. MORO. — *Jahresb. f. Kinderheilh*, II, p. 467, 1905.
9. COHENDY. — *Ann. de l'Institut Pasteur*, XXVI, p. 116, 1912.
10. SCHOTTELIUS. — *Arch. f. Hygiene*, 79, p. 289, 1913.
11. KIANITZINE. — *Journal de physiologie et de pathologie générale*, 1911, 1916, 1923.
12. KIANITZINE. — *Journal of physiology* (Cambridge), 1916, 15 déc.
13. KIANITZINE. — « *Wracht* » (Rus.), 1916-1918.
14. ISSATCHENKO. — Les recherches bactériologiques de l'Océan Arctique. — St-Petersbourg, 1914.
15. MICHÉ. — « *La vie et ses manifestations* » (édit. russe), 1923.
16. KIANITZINE. — Sur l'impossibilité de la vie animale sans microbes, *Archives de Biologie*, Liège, 1927, fasc. 3.

**

Le Radium du Katanga (Congo belge).

Le Katanga produit, à côté du cuivre dont le minerai est le plus important au Congo belge, de l'étain, du cobalt et du radium. Le minerai de radium a été découvert à Chinkolobwe, il est constitué surtout par des dérivés de la pechblende; il en existe plusieurs variétés reconnaissables à leur couleur verte, jaune ou orange. On doit citer, en particulier, la *chalcolite* ou *torbernite* (phospho-uranate de cuivre), la *curite* (uranate de plomb) la *kasotite* (silico-uranate de plomb), etc.

La teneur en radium de ces minerais est exceptionnellement élevée; cette circonstance permet d'abaisser tellement le prix de vente du radium que la plupart des autres producteurs, les Américains notamment, qui extrayaient le radium de la carustite, ne purent continuer leur exploitation.

Une usine a été construite en Belgique, à Olen, pour le traitement de ce minerai; les premiers grammes de radium sont sortis en décembre 1922. La production a suivi la progression suivante: 20 gr. en 1923; 22 gr. en 1924; 20 gr. en 1925; 20 gr. en 1926; 26 gr. en 1927; 42 gr. en 1928; 60 gr. en 1929.

Il est intéressant de noter que l'usine d'Olen répond pratiquement à la demande du monde entier.

L'Union minière du Haut-Katanga a eu le geste éminemment généreux de mettre gratuitement à la disposition des quatre Universités belges les quatre premiers grammes de radium produit; de plus, deux grammes du précieux élément ont été prêtés à la Fondation Curie en vue de l'aider dans les recherches scientifiques entreprises à Paris, par l'Institut du Radium.

M. R.

**

Production et consommation de la quinine dans le monde.

La quinine, seule ou associée à d'autres médicaments dans certains cas, est le remède spécifique contre les fièvres paludéennes et chaque fois que l'on a entrepris, dans une région déterminée, la lutte contre le paludisme on a vu cette fièvre régresser¹. L'exemple de l'Italie est à ce point de vue des plus suggestifs:

En 1900, 15.000 personnes meurent de la malaria.
En 1902, distribution de 2.242 kilog. de quinine: 13.358 décès.
En 1904, — 14.061 — — 8.501
En 1908, — 23.533 — — 3.462

En 1919 enfin il fut consommé 675 grammes de quinine par 1.000 habitants, soit en chiffres ronds 28 tonnes et cette consommation croît d'année en année.

1. Consulter: E. PERROT, *Quinquina et Quinine*. — Voir également *Rev. gén. des Sc.* 15 fév. et 15 mars 1930, Marcel RIGOTARD: *Le Quinquina en Indochine et le Quinquina de la Réunion*.

Ce chiffre montre quelle quantité énorme de quinine est nécessaire lorsqu'on entreprend une lutte sérieuse contre le paludisme. D'après les documents de la Commission d'hygiène de la Société des Nations sur la consommation mondiale actuelle de quinine, nous constatons les faits suivants:

En 1872 la consommation de la quinine était de 70 tonnes, elle passa à 300 tonnes en 1894 et à 500 en 1914. Après la guerre, qui avait amené un accroissement de consommation des sels de quinine, il y eut rétrogradation dans son utilisation et le paludisme gagna du terrain. Les enquêtes les plus récentes permettent d'évaluer les besoins mondiaux en quinine à 680 tonnes:

Etats-Unis d'Amérique	160 tonnes.
Empire britannique	200 —
Allemagne, Hollande, Belgique, Autriche	40 —
Pays balkaniques	30 —
Italie	30 —
France	15 —
Espagne	15 —
Russie, Pologne, Turquie	40 —
Autres pays	60 —

Les chiffres de la statistique par pays telle qu'elle est donnée devraient être majorés assez fortement. Ainsi la France avec ses possessions d'outre-mer devrait consommer 60 tonnes de quinine et non quinze. En Italie, avant la guerre, on avait noté le chiffre de 41 tonnes, au lieu de trente et il en est de même pour la plupart des autres nations, si bien qu'un total d'un millier de tonnes représenterait avec plus de vraisemblance les besoins mondiaux réels de quinine.

Dans ces conditions doit-on admettre sans réserve une des conclusions exprimées par la revue « *Congo* » (avril 1930) et reproduite dans les « *Cahiers coloniaux* » de l'Institut Colonial de Marseille, sur la prudence qui s'impose au sujet de la création de plantations de quinquinas dans les diverses colonies?

La production actuelle et annuelle d'écorce serait en effet plus que suffisante aux Indes Néerlandaises pour couvrir les besoins de tous les pays. Il s'agirait plutôt de réduire les difficultés de se procurer l'écorce ou la quinine auprès de ceux qui en sont pratiquement les seuls détenteurs.

S'il en est ainsi nous ne voyons pas pourquoi les autres nations n'entreprendraient pas elles-mêmes des plantations de cinchona dans les régions de leur domaine colonial où cet arbre peut prospérer. La création de nouvelles plantations industrielles ne porterait pas, très probablement, sur de grandes quantités de sujets et n'amènerait pas comme on pourrait le craindre une surproduction. Il n'est pas prouvé en effet que l'on trouverait sur de vastes étendues les conditions idéales, réalisées à Java, favorisant la production d'écorces particulièrement riches en quinine¹.

1. La surface des plantations de quinquinas aux Indes néerlandaises est de l'ordre de 25.000 hectares.

Il convient, à notre avis, de considérer les plantations locales comme un moyen d'avoir sous la main une partie seulement de la matière première pouvant être utilisée sans difficulté sur place dans la préparation d'extraits d'écorce, de préparations et vins médicinaux, etc., plutôt que dans l'extraction des alcaloïdes du quinquina, éventualité paraissant rarement d'une réalisation avantageuse aux colonies.

Nous pouvons nous inspirer de l'exemple — bien modeste il est vrai, mais exemplaire quand même — de notre colonie de la Réunion, la seule qui possède dans ses montagnes des plantations d'arbres à quinine en quantité suffisante pour donner lieu à une petite exploitation des écorces. Le Service Forestier de cette colonie assure avec une silencieuse persévérance la plantation du cinchona (surtout *Ledgeriana*) depuis quelques années et si l'effort se poursuit sans faiblir la colonie produira dans un avenir plus ou moins proche, assez d'écorce pour permettre au Service de santé de faire suivre un traitement antipaludique sérieux aux nombreux habitants qui ne peuvent faire les frais d'un usage continu de quinine. Le recensement des terres de montagnes propices à la culture des quinquinas devrait faire davantage l'objet des préoccupations des Services forestiers coloniaux. Si l'exploitation des Forêts coloniales est nécessaire au ravitaillement des métropoles européennes il ne faut pas perdre de vue l'intérêt qui résulterait pour les colonies de la possession d'un stock de médicaments contre le paludisme car ce fléau sévira toujours avec plus ou moins d'intensité dans la sylvie tropicale.

Chercher à se rendre indépendant des producteurs hollandais n'est pas ce dont il s'agit. Les Indes Néerlandaises détiennent un monopole, qui est véritablement celui du milieu convenant de façon exceptionnelle au quinquina; cet avantage fondamental dont les Hollandais tirent parti avec un savoir-faire d'ailleurs remarquable, ne peut leur être enlevé.

Mais les nations ne peuvent longtemps s'isoler. La spécialisation des pays dans les diverses productions végétales ou animales qui semble l'effet d'une loi aussi inéluctable que celle qui fait les nations riches en fer, en houille ou minerais de toutes sortes, doit être la source d'ententes économiques internationales : au commerce de transporter, afin de les répartir le mieux possible, les produits accumulés avec excès en certains points du globe.

Cette digression nous ramène à notre sujet et à la conclusion que nous proposons. Dans tous les pays tropicaux on doit s'efforcer de produire de l'écorce de quinquina, aussi riche que possible en quinine, chaque fois que les conditions agrologiques et climatiques se trouveront réalisées, sans se bercer, toutefois, d'illusions sur la possibilité de supplanter les producteurs des Indes néerlandaises.

Marcel RIGOTARD.

§ 3. — Art de l'Ingénieur.

Les progrès réalisés dans le domaine des moteurs à huile lourde.

Alors que l'on semble parvenu à un stade à peu près définitif en ce qui concerne la construction des moteurs à explosion, la construction des moteurs à huile lourde est toujours en pleine évolution. Il y a quelques années encore, on ne trouvait guère, dans la catégorie des moteurs Diésel, que des appareils lourds et encombrants, souvent difficiles à mettre en marche, tandis que l'on construit à l'heure actuelle des moteurs à huile lourde de toutes puissances — de 3 ou 4 CV jusqu'à 12.000 CV. dont le poids par cheval est de plus en plus réduit grâce surtout au développement des procédés d'injection mécanique.

Tout d'abord réservés aux grandes installations fixes et à la propulsion des gros navires, les moteurs à huile lourde ont vu peu à peu leurs applications s'étendre à la production de force motrice dans tous les domaines industriels : production d'énergie électrique ou mécanique dans les usines et les centrales, groupes électrogènes de secours dans les grands magasins et les théâtres (où ils assurent parfois normalement la production du courant), propulsion des bateaux de faible tonnage (chalutiers, petits bateaux de pêche, etc.), traction sur rails par locomotives ou locotracteurs, emplois agricoles et enfin remplacement des moteurs à essence sur certains véhicules automobiles (camions, tracteurs, etc.) à l'heure actuelle ils font leur apparition dans l'aviation.

C'est sans doute dans le domaine de la navigation que jusqu'à présent les moteurs à huile lourde ont pris leur plus large développement, ils présentent, en effet, des avantages importants sur les autres modes de production de force motrice pour la propulsion des navires, en raison notamment de ce que leur emploi permet la suppression des chaufferies et fournit des facilités supplémentaires pour l'aménagement des grands paquebots, par suite de la réduction du volume occupé par la machinerie et les tambours de cheminées. On doit, d'autre part, remarquer que l'utilisation des moteurs à huile lourde a entraîné une augmentation de la vitesse des navires : alors qu'autrefois la vitesse des cargos n'était guère prévue que pour des vitesses de 10 à 11 nœuds, beaucoup de cargos de construction récente atteignent des vitesses de 13 à 16 nœuds.

S'il n'existe encore que peu de centrales électriques équipées uniquement avec des moteurs à huile lourde (la centrale de Shanghai est cependant entièrement équipée de cette manière) on utilise très fréquemment des moteurs Diésel pour fournir pendant les heures de pointe, la force motrice d'appoint nécessaire à l'alimentation des réseaux de distribution; cette solution a été notamment employée d'une part à la centrale électrique de Calais et d'autre part pour une centrale de pointe située à Berlin, où l'on utilise un moteur à huile lourde de 12.000 CV. 10 cylindres qui est, à notre connaissance, le plus puissant

groupe moteur de ce genre réalisé jusqu'à présent; une des caractéristiques remarquables de ce dernier groupe est son poids relativement faible qui n'est que de 25 kilos par cheval.

Sans pouvoir entrer ici dans les détails de fonctionnement des moteurs à huile lourde, dont le principe est d'ailleurs aujourd'hui bien connu, nous nous proposons seulement de dégager les principales tendances dans la construction de ces machines dont l'emploi est aujourd'hui si répandu après avoir tout d'abord rappelé brièvement leurs principaux avantages et esquissé leur classification.

Les moteurs à huile lourde possèdent en commun avec tous les moteurs à combustibles liquides un certain nombre d'avantages, au premier rang desquels on doit signaler :

1^o La manutention aisée du combustible;

2^o La mise en route et l'arrêt immédiat c'est-à-dire la possibilité de ne faire travailler, et par conséquent consommer, la machine que pendant le temps strict où l'on en a besoin; pas de mise en pression préalable d'une chaudière ni d'allumage de gazogène, ni de marche en veilleuse pendant l'arrêt des appareils d'utilisation, etc.;

3^o La réduction au minimum de la main-d'œuvre employée;

4^o La simplicité de l'installation qui se réduit à celle d'un moteur dépourvu d'accessoires encombrants.

Mais les moteurs à huile lourde présentent aussi des avantages particuliers dont les principaux sont :

1^o L'économie considérable qui résulte de leur emploi, grâce aux bas prix des huiles lourdes;

2^o La suppression, dans la plupart des cas de dispositifs d'allumage électrique;

3^o La sécurité qui résulte de l'emploi de combustibles difficilement inflammables; ce qui est avantageux dans tous les cas, mais offre un intérêt tout particulier dans le domaine de la navigation aérienne.

Il existe de très nombreux types de moteurs à huile lourde qui dérivent plus ou moins directement du moteur Diésel primitif.

Une des différences essentielles entre les moteurs à huile lourde et les moteurs à explosion c'est que les premiers ne comportent pas de carburateur, le combustible liquide y étant injecté par un dispositif mécanique ou pneumatique, à un moment déterminé de la course du piston. Nous laissons, en effet, de côté dans cette étude les dispositifs qui permettent d'utiliser les huiles lourdes dans les moteurs à explosion par l'emploi de carburateurs spéciaux où se produit une transformation physico-chimique de l'huile.

On peut diviser les moteurs à huile lourde en deux grandes catégories : les moteurs à quatre temps et les moteurs à deux temps.

a) Moteurs à quatre temps : Ceux-ci fonctionnent suivant le cycle Diésel avec un taux de compression élevé, de l'ordre de 35 kilos par centimètre carré, taux de compression qui est d'ailleurs très favorable aux phénomènes de combustion. A côté des moteurs Diésel proprement dits, qui comportent un disposi-

tif d'inflammation pour leur mise en route et sont la plupart du temps à injection pneumatique, on voit se répandre des moteurs à quatre temps (qui sont en général à injection mécanique) pouvant démarrer à froid, sans aucun dispositif spécial, l'allumage du combustible étant obtenu par la chaleur dégagée lors de la compression; ce sont les moteurs dits à auto-inflammation.

b) Moteurs à deux temps : Ces moteurs sont généralement connus sous le nom de moteurs semi-diésel; leur taux de compression dépasse rarement 12 kilos et leur allumage, est, en général obtenu par la projection du jet d'huile lourde contre des parties non refroidies de la culasse (plaques chaudes ou boules) qu'il est, bien entendu, nécessaire de réchauffer avant le lancement.

Les moteurs à deux temps se sont beaucoup répandus au cours de ces dernières années, et à côté des moteurs semi-diésel classiques, on a vu apparaître un grand nombre de moteurs à deux temps qui en dérivent, tout en comportant de nombreux perfectionnements.

En se plaçant à d'autres points de vue que celui du cycle, on peut diviser les moteurs à huile lourde :

1^o En moteurs monocylindriques ou multicylindriques; il est à remarquer que l'on établit couramment des moteurs à huile lourde comportant un nombre impair de cylindres, et notamment des moteurs à cinq, sept et onze cylindres;

2^o En moteurs horizontaux et verticaux, d'après la disposition des cylindres; les moteurs verticaux sont particulièrement avantageux toutes les fois qu'il y a lieu de réduire l'encombrement au minimum;

3^o En moteurs à injection pneumatique et moteurs à injection mécanique; nous allons revenir sur cette importante question de l'alimentation des moteurs Diésel;

4^o En moteurs à simple et à double effet : dans les moteurs à double effet dont l'emploi tend à se généraliser, on utilise les deux faces du piston, comme dans les machines à vapeur. Il en résulte évidemment des sujétions en ce qui concerne le refroidissement et l'injection du combustible dans les cylindres mais ce procédé permet à puissance égale, de réduire l'encombrement des moteurs. Les moteurs à pistons opposés constituent une autre solution des plus intéressantes pour la réduction de l'encombrement.

De même que nous avons signalé le développement des moteurs à huile lourde par auto-inflammation, on doit signaler la généralisation des dispositifs d'injection mécanique sur la plupart des moteurs de petite puissance.

C'est d'ailleurs la mise au point des dispositifs d'injection mécanique qui a permis de multiplier les emplois des moteurs à huile lourde et notamment de les appliquer sur des véhicules automobiles. L'injection mécanique est aussi de plus en plus fréquemment adoptée pour les moteurs de forte puissance.

L'injection pneumatique, qui a été tout d'abord la seule utilisée et qui est encore employée dans une

assez large mesure, suppose l'emploi d'un compresseur d'air à très haute pression. Une pompe dont le débit varie avec la puissance demandée au moteur envoie dans la boîte d'aiguille (soupape d'introduction du combustible) la quantité de combustible qui sera injectée en fin de compression. L'air d'insufflation provient d'un réservoir où il se trouve comprimé à des pressions sensiblement plus élevées que celles qui peuvent exister à cet instant dans le cylindre moteur; au moment voulu une came soulève l'aiguille d'injection et le combustible chassé par l'air d'insufflation à travers des rondelles percées de trous se pulvérise avant d'entrer dans le cylindre moteur.

Les dispositifs d'injection mécanique permettent la suppression du compresseur qui absorbe une partie importante de la puissance d'un moteur (11 à 13 %) et qui reste un appareil assez délicat.

Il existe plusieurs procédés d'injection mécanique; leur principe général est le suivant :

Le combustible liquide est placé sous une pression très élevée, au moyen d'une pompe à débit variable, l'injection étant obtenue au moment voulu, grâce au soulèvement de l'aiguille par une came, et le combustible étant projeté à travers des trous calibrés, à une vitesse considérable qui entraîne sa pulvérisation; cette grande vitesse d'introduction est obtenue grâce à la pression très élevée du combustible, pression qui peut atteindre 400 kilos par centimètre carré.

L'injection mécanique offre de grands avantages au triple point de vue du prix, du poids et de l'encombrement. Outre qu'elle entraîne la suppression du compresseur, le moteur se trouve allégé du fait qu'il n'y a besoin d'aucune commande pour les aiguilles, celles-ci s'ouvrant simplement sous la pression de refoulement des pompes.

Des essais récemment effectués sur des moteurs Diésel, à injection mécanique, ont montré que, pour certains d'entre eux, la consommation de combustible reste à peu près constante pour les puissances comprises entre les $\frac{3}{4}$ et la totalité de la charge et que l'on pouvait admettre sans inconvénient d'assez fortes surcharges.

Signalons aussi que l'on établit aussi quelques types de moteurs à huile lourde de forte puissance, dans lesquels le combustible lourd, n'est pas injecté dans les cylindres, mais amené dans la boule chaude par dépression, tout comme l'essence au gicleur dans le carburateur.

De tels moteurs se rapprochent beaucoup des moteurs à essence, à quatre temps et à faible compression (5 kgs); ils comportent généralement un carburateur à essence, une magnéto et des bougies, ce qui leur permet de démarrer en moteur à essence.

Dans les moteurs à huile lourde de grosse puissance, on tend à recourir de plus en plus fréquemment à des constructions formées de lignes simples et, bien que les cylindres et les mouvements utilisent les mêmes types d'huile, on sépare souvent le cylindre du carter par une cloison, de manière à ce

que l'huile des mouvements ne se trouve pas souillée par celle qui s'égoutte des cylindres.

On doit signaler, d'autre part, la tendance à disposer l'arbre à cames à hauteur des culasses et à assurer le refroidissement par circulation d'huile ou d'eau des moteurs de moyenne et de grande puissance (on emploie couramment l'eau de mer pour cette utilisation dans les moteurs marins).

Certaines firmes font venir les chemises d'eau du cylindre d'un seul bloc avec le carter; d'autres font pénétrer la culasse à l'intérieur de la chemise rapportée du cylindre, afin de protéger celle-ci contre un échauffement exagéré de la partie renforcée difficile à refroidir.

En ce qui concerne le balayage plusieurs constructeurs utilisent les pistons différentiels, dont la grande face sert de piston de balayage en comprimant l'air à la base du carter. Les dispositifs de balayage des gaz brûlés sont d'ailleurs assez nombreux, car, à côté des dispositifs divers de balayage par pistons, on voit se répandre sur les gros engins le balayage par turbo-soufflante comme appareil de suralimentation, et, mettant à profit les remarquables études de Rateau sur cette question, font commander cette soufflante par une turbine qui fonctionne par les gaz d'échappement.

D'une manière générale, le balayage par turbo-soufflantes permet de réduire l'encombrement du moteur, cet appareil auxiliaire pouvant d'ailleurs occuper une position quelconque par rapport au moteur; on peut également signaler l'emploi, sur certains petits moteurs, d'un balayage par pompe rotative, une pompe à air à palettes étant calée en bout de vilebrequin.

En ce qui concerne le démarrage, il faut signaler le développement des dispositifs de lancement par l'air comprimé au moyen d'un petit réservoir alimenté par un compresseur entraîné par le moteur.

Les moteurs Diésel et dérivés ont, comme nous l'avons dit, pour principal avantage, celui d'utiliser des combustibles bon marché. Les huiles les plus fréquemment utilisées dans les moteurs à huile lourde sont des huiles combustibles, minérales et des huiles végétales.

Les huiles minérales comprennent : les pétroles lampants, qui passent dans la distillation des pétroles bruts immédiatement après les essences;

les gas-oils qui proviennent de la distillation à une température voisine de 300° des pétroles bruts ou des huiles lourdes de schistes et de lignites;

enfin les fuel oils ou mazouts, produit de la distillation du pétrole ou des huiles lourdes de schiste et de lignite aux environs de 350 degrés.

On utilise également comme combustibles dans les moteurs des huiles de goudron de houille et de lignite, dont le point d'inflammation est voisin de 70° et dont le pouvoir calorifique varie de 9.000 à 9.500 calories, inférieur d'environ 10 % à celui des gas-oils et fuel-oils qui varient de 10.000 à 11.000 calories.

Quant aux huiles végétales, dont le pouvoir calorifique est encore inférieur à celui des huiles de goudron (il n'est guère que de 8.500 calories) celles qui sont utilisables dans les moteurs sont surtout les huiles de palme, de ricin, et d'arachides.

Les récents progrès réalisés dans les moteurs à huiles lourdes, tout en permettant la réalisation d'unités de très grande puissance, ont donné des débouchés considérables au moteur Diésel pour les applications les plus diverses et notamment dans le domaine de la traction des véhicules, et, sans doute, dans celui de l'aviation.

Ce résultat est dû surtout à l'abaissement du poids par cheval et à l'augmentation de la vitesse de rotation des moteurs, sans parler de la sécurité qui découle de l'emploi des huiles lourdes et de la facilité avec laquelle on peut aujourd'hui se procurer celles-ci partout.

L'injection mécanique se prête particulièrement bien à la construction de moteurs rapides, mais il reste encore à résoudre un certain nombre de problèmes auxquels s'attachent à l'heure actuelle plusieurs constructeurs.

C'est, d'une part, celui d'un allègement encore plus considérable, qui semble devoir être obtenu par l'emploi de métaux ou d'alliages à haute résistance et à faible densité et d'autre part celui du dosage et de la pulvérisation correcte de la quantité de combustible à brûler, même quand il s'agit des très petites quantités qui se trouvent en jeu dans les moteurs à faible puissance et à vitesses de rotation élevées.

Nous signalerons enfin, pour terminer, que l'on fait des recherches dans le but d'utiliser les huiles lourdes pour la production de force motrice, sans passer par l'intermédiaire d'un moteur proprement dit, mais en ayant recours à un turbo-moteur. C'est ainsi que l'on cherche, à l'heure actuelle, à établir une machine dans laquelle l'énergie thermodynamique engendrée par la combustion du combustible gazéifié dans la masse d'air fournie par un turbo-compresseur serait transformée en force motrice rotative par une turbine à air chaud à basse pression.

L. P.

La construction aéronautique française.

Le Salon de l'Aéronautique de 1930 est venu à point pour permettre à tous ceux qui, en dehors des initiés, s'intéressent aux choses de l'air, de juger notre matériel volant, de connaître l'état actuel de sa technique, et de le comparer à celui des pays étrangers avec lequel il voisine sous la verrière du Grand Palais. C'est une mise au point qui était rendue nécessaire à la suite de ces campagnes de dénigrement qui se déclanchent en France d'une manière chronique et à laquelle notre aviation ne pouvait pas évidemment échapper.

A la veille même de l'ouverture du Salon, la critique plus que jamais en éveil, a été alimentée

par l'exhibition tapageuse d'un appareil étranger, qui est loin d'avoir exécuté le programme annoncé. On s'aperçoit aujourd'hui qu'il ne s'agissait en somme que d'impressionner l'opinion en lui présentant un gros mastodonte aérien pour lequel il était possible de présumer des performances retentissantes et d'un caractère à vrai dire plutôt militaire que commercial.

La manœuvre avait quelque peu porté, mais ses effets se sont singulièrement atténués depuis qu'on a pu voir au Grand Palais ce qui a été fait également en France dans le domaine de la grosse construction orientée, cette fois, vers des résultats techniques pratiques. Tous les gros appareils français exposés au Salon ont soit volé, soit au moins satisfait aux essais techniques. Certains assurent déjà un service commercial régulier. Nos grands paquebots de l'air n'aspirent pas, en effet, à des performances hypothétiques. Ils sont construits en vue d'une utilisation pratique bien déterminée. L'ingénieur qui a conçu le prototype et l'industriel qui l'a réalisé ont préféré voir moins grand mais plus juste. Viser un but et l'atteindre : telle a été la méthode pratiquée par la construction française.

Dans l'ordre technique, la grosse construction a posé une série de problèmes, mis en présence des thèses adverses entre lesquelles il a fallu choisir. Nous allons voir quelles sont les tendances qui en ont résulté et les décisions auxquelles on s'est déjà arrêté.

Avec les gros appareils la construction métallique s'est considérablement développée; si l'on excepte les appareils de tourisme, qui doivent rester des appareils d'un prix facilement abordable au particulier, on peut dire que la proportion des appareils métalliques exposés au Salon est de l'ordre de 90 à 95 %. L'appareil métallique résiste davantage aux intempéries, au vieillissement pour employer le langage aéronautique. Au fur et à mesure que les appareils croissent en dimensions, il devient de plus en plus facile d'utiliser les matériaux lourds. C'est ce qui explique l'essor de la construction métallique à l'heure actuelle. Pour les grosses séries l'emploi du métal est, d'autre part, plus indiqué. On doit ajouter cependant que la construction mixte peut se défendre pour les appareils terrestres moyens où elle donne sensiblement le même poids que le métal; bref, déjà amorcée au dernier Salon de 1928, la construction métallique s'affirme aujourd'hui avec éclat.

La question du *monoplan* ou *biplan* n'est pas nouvelle. Disons tout de suite qu'au Salon de 1930 c'est le monoplan qui l'emporte et voici pourquoi : au cours de ces dernières années, le programme de l'aviation militaire recherchait des performances de plafond et de charge emportée qui étaient plus facilement réalisables avec la légèreté qui caractérise le biplan. La vitesse n'entraînait en jeu qu'en deuxième ligne. La formule des programmes militaires s'est subitement tournée vers la forme monoplane qui conduit à une construction plus lourde, pour assurer la résistance de la poutre de voilure, mais qui per-

met par contre une plus grande vitesse grâce à une réduction de la surface alaire résultant d'une augmentation de la charge au mètre.

Il convient, en effet de souligner qu'en passant du biplan au monoplane, les constructeurs ont généralement réussi à mettre sur pied des solutions dans lesquelles la différence de poids qui handicape ce dernier n'était pas de nature à nuire à la réalisation des programmes tracés par le Ministère de l'Air. On pouvait craindre qu'en raison de l'élévation du poids de construction on ne soit amené à réduire les surfaces de voilure, et par suite à imposer à la surface portante une charge trop lourde par mètre carré.

Une réduction notable de la surface portante avait, en outre, le désavantage d'abaisser rapidement le plafond. Ce double inconvénient a été évité car nous pouvons aujourd'hui constater que la construction française monoplane est arrivée à charger des voilures moins lourdement que la construction allemande. C'est ainsi que le D. O. S. pèse 88 kilos au mètre carré et le D. O. X. 105 kilos. A ces charges n'hésitons pas à opposer celles des gros appareils français tels que le S. E. C. M. Amiot 140 (57 kilos au mètre carré) et le C. A. M. S. hydro S 3 (61 kilos).

La construction française a pu ainsi respecter les plafonds élevés qui lui sont toujours demandés soit pour des raisons d'utilisation, soit pour des raisons de sécurité; d'autre part, il est permis d'envisager que la finesse pourra être encore accrue par le perfectionnement des méthodes de construction et l'emploi d'aciers spéciaux; on remarque déjà au Salon que les châssis d'atterrissage sont bien protégés quant à la résistance et à l'avancement par le fait que les roues sont capotées ou encastrées dans le fuselage.

Aile cantilever ou semi-cantilever? La question présente une certaine importance pour les gros hydravions. L'aile cantilever sans haubannage, telle celle du gros hydro Lioré, permet de réduire la hauteur des coques, donc la résistance, alors que l'aile haubannée exige une aile surélevée ou une coque plus haute, ce qui provoque une plus grande résistance. Si les ailes cantilever et semi-cantilever ont chacune leurs partisans, il semble cependant que les mâts soient appelés à disparaître sur les gros appareils.

Nous avons également remarqué au Salon une tendance nettement accusée à placer les moteurs sur

l'aile, tendance qui peut être considérée comme particulièrement avantageuse pour les hydravions en raison de la protection qu'elle assure aux hélices contre les vagues. Enfin, nous avons constaté que les gros appareils utilisent de préférence les freins sur roues et remplacent la béquille par une roue.

Le revêtement entièrement métallique augmente l'endurance, il est donc intéressant pour les petits appareils, mais pour les gros il constitue un alourdissement qui n'est peut être pas suffisamment compensé par le prolongement de la durée. D'autre part, le réentoilage périodique de la voilure permet une visite intérieure qui n'est pas sans profit. Il semble prématuré de vouloir se prononcer en faveur de l'un des deux systèmes qui présentent chacun des avantages suivant la catégorie et l'utilisation de l'appareil.

En résumé, les deux techniques biplane et monoplane peuvent se défendre; aucune des deux ne s'impose au détriment de l'autre, bien que pour les hydravions la forme monoplane apparaisse plus indiquée parce qu'elle éloigne davantage la voilure de l'eau et qu'elle est aussi moins fragile.

Les constructeurs allemands on le sait, ont poussé à fond la forme monoplane; ils ne sont pas cependant parvenus à alléger progressivement leurs cellules; en effet, si nous prenons comme exemple le Junkers G 38 qui se présente comme le dernier mot de la technique monoplane allemande, nous constatons qu'il pèse à vide 14 tonnes; or, le feu Richard-Penhoët, gros hydravion monoplane, qui remonte à environ quatre ans, ne pesait que 13 tonnes 600 à égalité de puissance et de surface.

Par contre, les recherches aérodynamiques se poursuivent activement dans l'industrie aéronautique française en vue de réaliser rapidement des appareils monoplans plus légers et susceptibles d'augmenter, par conséquent, leur charge utile et leur rayon d'action. En terminant, il convient de souligner aussi que nos industriels ont développé, il y a deux ans à peine, la construction monoplane sur la demande des services utilisateurs, et qu'ils se sont adaptés rapidement à cette dernière formule au point de rattraper et dépasser même la construction étrangère de même catégorie. Nous examinerons dans une prochaine chronique les problèmes du moteur.

L. P.

L'IDÉE COMMUNISTE CHEZ PLATON

Platon a été souvent présenté, tant par des communistes lettrés que par des lettrés non communistes, comme l'un des hauts patrons, le plus haut, du communisme.

C'est qu'en effet lorsqu'il écrit de politique, Platon se complaît à voir dans la communauté le type parfait de la vie civique. Et la communauté qu'il aime à exalter ainsi, c'est la communauté la plus complète qui se puisse concevoir : la communauté non seulement des choses, mais aussi, et même premièrement, des personnes (Platon dit des femmes et des enfants, mais autant dire des personnes, puisque la communauté des femmes, pour les hommes, c'est évidemment aussi la communauté des hommes, pour les femmes)¹.

Voyez comme, dans une page des *Lois*, son œuvre dernière, Platon² parle de cette communauté intégrale :

« La cité qu'il faut mettre au premier rang, la vie civique, les lois et les usages qu'il faut regarder comme les meilleurs, sont ceux qui, dans la cité tout entière, réalisent le plus complètement l'antique proverbe qui dit qu'entre amis tout est véritablement commun. Oui assurément, en quelque lieu qu'aujourd'hui ou un jour les femmes soient communes, les enfants communs, toutes choses utiles communes, et que l'on s'y ingénie à faire disparaître de la vie tout ce qu'on appelle particulier, au point que cela même qui de nature est particulier à chacun, comme ses yeux, ses oreilles, ses mains, devienne commun autant qu'il se peut, et que tous soient comme s'ils voyaient, entendaient et agissaient en commun, louant et blâmant de concert les mêmes choses, éprouvant dans le même temps les mêmes joies et les mêmes peines ; oui, là où, par l'effet de lois ou usages quelconques, la cité est parfaitement une, là est la cime la plus élevée où la vertu civique puisse atteindre, et il n'en est pas qui la dépasse. Si, quelque part, des dieux ou des enfants des dieux³ habitent une telle cité, sûrement ceux-ci, en vivant ainsi, habitent ensemble dans la joie. C'est pourquoi, sans chercher d'autre modèle

de la vie civique, il faut tendre de toutes ses forces à se rapprocher de celui-ci¹. »

La mystique de la communauté n'a certes jamais produit rien de comparable. On dirait que, présentant qu'il célébrait la communauté pour la dernière fois, Platon a voulu y employer toute la magie de son verbe.

*
**

Mais tâchons à bien voir les traits de l'idée communiste platonicienne, et pour cela demandons-nous :

d'abord, sur quelle considération Platon s'enflamme ainsi pour la communauté ;

puis, s'il pense que son rêve peut se réaliser ; enfin, au cas contraire, pourquoi cependant il voudrait entraîner vers ce rêve les esprits et les cœurs.

Faute de lumière sur ces trois points, et sur un ou deux autres en rapport avec le premier, peut-être rapprocherait-on trop étroitement le communisme platonicien du communisme du temps présent.

Quand on relit lentement la page des *Lois*, qu'on ne peut guère lire d'abord que d'un trait, tant est soutenu son rythme, cette impression très nette s'en dégage, que ce qui rend si chère à Platon l'idée de la communauté, c'est le sentiment que la communauté serait pour la cité à la fois la marque et le gage d'une unité parfaite. Mais ceci aussi, semble-t-il, s'y perçoit, qu'aux yeux de Platon lui-même cette communauté, seuls peut-être des dieux seraient capables de la pratiquer tout à fait.

Indications intéressantes, mais indications seulement, et la seconde un peu incertaine. Toutes deux sont pour nous faire désirer de voir sur l'un et l'autre point Platon s'expliquer davantage.

Mais les *Lois*, si étendu que soit ce traité, ne contiennent sur la communauté complète rien de plus que la page que nous venons d'en lire. C'est que les *Lois* n'ont pas pour objet le type de cité dont cette page évoque l'ardente image, la cité parfaite où tout serait commun. Leur objet, plus modeste, est un type de cité qui, dans l'ordre de la qualité, est à placer immédiatement au-dessous de celui-là. Type de second rang, louable encore

1. Platon au reste le note incidemment. « De même, dit-il, que les hommes seront libres d'avoir commerce avec telles femmes qu'ils jugeront à propos, de même les femmes seront libres de fréquenter tels hommes qu'il leur conviendra ». (*Rép.*, l. V.)

2. On sait que, dans le dialogue des *Lois*, « l'Athénien » c'est Platon, de même que, dans la *République*, Platon se couvre du nom de « Socrate ».

3. « ...A supposer leur pluralité », ajoute Platon.

1. *Lois*, l. V. — Dans la traduction de cette page, dont nous ne nous flattons pas d'avoir rendu l'éloquence, nous avons cru pouvoir, sinon devoir, user parfois de plusieurs mots français pour exprimer le sens d'un seul mot grec.

cependant, et dont Platon pense, non d'ailleurs sans tristesse, que la famille, à peu près comme elle est, n'en étant point exclue, ni non plus la propriété, du moins absolument, ce type sera sans doute, plus que celui de la cité parfaite, accessible aux êtres imparfaits que sont les hommes. La page sur la communauté complète n'est dans les *Lois* — presque en leur milieu, comme un haut pic isolé au centre d'un plateau d'altitude moyenne — que pour faire connaître à qui les lira que, dans la pensée de celui qui les compose, il est un modèle de cité plus excellent que celui dont le plan est tracé là.

Si donc les *Lois* étaient le seul écrit politique de Platon, il nous faudrait quitter l'espoir de découvrir les éclaircissements souhaités.

Mais Platon avait, avant les *Lois*, écrit la *République*. Et, bien que ce traité, en dépit de son nom, ne soit pas principalement politique, — que même, à en croire Platon, il ne le soit, en partie, que par l'effet d'une digression, — on sait que c'est là pour la première fois que, du moins de façon qui compte, Platon a parlé de la communauté intégrale. Sans doute, si étincelant que soit ce dialogue, où, comme en un riche feu d'artifice, s'entrecroisent les sophismes, les paradoxes et les vérités les plus hautes, il ne s'y rencontre pas, sur la communauté, de pages qui égalent en éloquence l'étonnante page des *Lois*. Mais nous y verrons — et c'est ce que nous demandons, — Platon discourant avec abondance de ce qui, dans cette page des *Lois*, sollicite notre curiosité.

A la vérité, une différence, et considérable, semble exister entre la cité parfaite qu'évoque la page des *Lois* et la cité parfaite que décrivait douze ans plus tôt la *République*. C'est comme si, au cours de ces douze années, les dernières de sa longue vie, la conception de la communauté s'était, chez Platon, dilatée, élargie. Alors, en effet, que, dans la *République*, la communauté des personnes et des choses n'était établie qu'entre les gardiens de la cité, classe d'élite, composée des guerriers de l'un et de l'autre sexe et de magistrats choisis parmi les guerriers mâles devenus des « sages », c'est-à-dire des philosophes, dans la page des *Lois* c'est pour la cité tout entière (*κατά πᾶσιν τὴν πόλιν*) que Platon souhaite ce mode de vie civique. Mais, si différent que cela soit par maints côtés¹, il n'im-

porte pour notre objet. Car, tout ce que, dans la *République* et à propos des gardiens, Platon dit de l'excellence de la communauté, puis du point de savoir si elle pourra un jour être une réalité, tout cela concerne la communauté prise en soi. Aussi bien, à l'un et à l'autre sujet, Platon s'exprime-t-il le plus souvent en des termes d'une telle généralité, qu'on croirait qu'il oublie n'avoir en vue qu'une partie des citoyens.

Reportons-nous donc à la *République*¹. Et, sans nous attarder à montrer comment, dans ce dialogue sur l'homme juste et l'homme injuste (car tel est son véritable objet), Platon vient à faire porter sur la cité l'entretien; sans même nous arrêter au plan que Platon regardait alors comme étant celui d'une cité parfaite, plan sans grand intérêt pour nous, tant ce plan, pris dans son ensemble², est

de consommation, ce que serait nécessairement une communauté embrassant tous les membres de la cité. A moins donc que la production n'y fût tout entière le fait d'esclaves publics, lesquels seraient nombreux, les esclaves privés étant, comme tous autres biens, devenus communs. Dans ce cas, ce ne serait point un type d'économie différent du premier; ce ne serait encore qu'un communisme de consommation. Mais peut-être est-il permis de penser qu'à l'époque où Platon écrit la page des *Lois*, il concevait la cité idéale qu'il y évoque comme ne connaissant point l'esclavage, en sorte que l'expression *κατά πᾶσιν τὴν πόλιν* y aurait le plein sens qu'elle a pour un moderne. Dans un passage du traité des *Lois*, en effet, Platon n'observe-t-il pas que l'esclavage est une fréquente cause de « désordres », « l'homme ne consentant qu'avec une peine infinie à cette distinction de libre et d'esclave, que la nécessité a introduite » (*Lois*, I. VI). Il est vrai que Platon poursuit en disant : « Après que chacun se sera convenablement pourvu d'esclaves... ». Mais c'est de la cité de second rang qu'il parle et non pas de la cité idéale.

1. Les citations dont la référence ne sera pas donnée seront prises du livre V de ce traité.

2. D'un côté, une sorte de couvent militaire d'hommes et de femmes gouvernés par des magistrats-philosophes et entretenus, d'ailleurs sans luxe, par le reste de la population; cette « race d'or » se reproduit suivant des règles assez semblables à celles des haras. De l'autre côté, tous les autres citoyens ou non-citoyens, sur le mode de vie desquels Platon omet de nous renseigner suffisamment, mais qu'il semble bien laisser vivre comme ils vivaient dans la cité réelle d'alors, sous le régime de la famille, de la propriété et des contrats.

Lé but civique de ce plan (but qui restera celui de la page des *Lois*) était déjà d'assurer dans la cité l'union, ou du moins, ici, ce qui en tiendrait lieu : l'ordre et la paix. N'ayant rien à eux, ni individuellement, ni même collectivement, à l'abri par conséquent de toutes les suggestions de l'intérêt propre et de l'intérêt de groupe, les magistrats, représentants de la sagesse, et les guerriers, représentants du courage et de la force, ne connaîtraient que le bien public et n'obéiraient qu'au devoir de l'assurer. Ils seraient « les gardiens de la cité ». L'une des règles essentielles qu'ils auraient à faire respecter serait que chacun restât à sa place et ne pût briguer avec succès une situation pour laquelle la nature ne l'a point fait, car de la sorte disparaîtrait la source la plus abondante des intrigues, des agitations et des troubles.

1. Au point de vue de l'économie, — point de vue qui d'ailleurs, dans la question de la communauté, n'est pas celui auquel Platon se place, — un communisme de simple consommation entre un nombre restreint de citoyens vivant tous ensemble des subsides des autres membres de la cité, comporte beaucoup moins de difficultés qu'un communisme à la fois de production et

éloigné de tout ce à quoi, en fait de cité modèle, un homme d'aujourd'hui peut songer, même et surtout s'il est communiste¹, allons droit à ce qui nous éclairera sur les points qui nous intéressent.

I

Touchant le sentiment auquel obéit Platon en célébrant la communauté, ce que nous trouvons dans la *République* est d'une absolue clarté.

Au souvenir sans doute — et peut-être au spectacle — de ces dissensions intestines violentes que connurent si souvent les cités grecques, Platon pose comme une vérité d'où il faut partir, que « le plus grand mal de la cité c'est ce qui la divise et en fait comme plusieurs, et que son plus grand bien serait ce qui en lierait tous les membres et la rendrait une ». Or, il est facile de voir, pense-t-il, ce qui cause ce mal et ce qui produirait ce bien.

Ce qui cause ce mal, autrement dit « ce qui empêche l'union, c'est que les joies et les douleurs sont propres et personnelles, et que ce qui arrive, tant à la chose publique qu'aux particuliers, fait du plaisir aux uns et de la peine aux autres. Mais cette opposition de sentiments, d'où elle-même vient-elle, sinon de ce que tous les citoyens ne sont pas en situation de dire en parlant des mêmes choses : ceci est mien ou ceci n'est pas mien ?²... Quand, en effet, chacun ne dit pas des mêmes choses qu'elles sont siennes, mais que celui-ci le dit de l'une, celui-là d'une autre ;... quand les citoyens ont chacun à part leurs femmes et leurs enfants, sources pour eux de joies et de peines que personne d'autre ne ressent », comment, tous n'étant pas affectés de même par les mêmes événements, la cité pourrait-elle connaître l'unité des sentiments et des vouloirs ?

Ce que donc il faudrait, c'est ceci, de toute évidence : il faudrait que dans la cité entière les sollicitudes des uns et des autres eussent même aliment, et non point des aliments distincts et séparés. A cette condition seulement chaque événement affecterait tous les citoyens de la même manière.

Or, imaginez une cité où seraient établies et la communauté des femmes et la communauté des enfants :

la communauté des femmes, c'est-à-dire non seu-

lement le mariage supprimé, mais les femmes « toutes à tous », aussi bien en fait qu'en droit¹, de manière que, sous quelque forme que ce soit, le mien exclusif n'ait de place dans les rapports des sexes ;

la communauté des enfants, en entendant par là ceci : les nouveau-nés, déjà de paternité indéfinie du fait de la communauté des femmes, seraient presque aussitôt venus au monde, enlevés à leur mère et confondus indiscernablement dans un bercail commun². Ainsi leur filiation maternelle elle-même serait ignorée de tous, et premièrement d'eux et de celles qui leur ont donné le jour. Il en résulterait que « chaque membre de la cité verrait dans tout autre un être qui, possible (car la cité grecque n'est pas grande), est son frère ou sa sœur, son père ou sa mère, son fils ou sa fille, ou quelque ascendant ou descendant d'autre degré ». De la sorte, et sans que ce soit s'exprimer par image, la cité tout entière ne serait qu'une seule famille.

Et une seule famille, c'est aussi, et du même coup, un seul patrimoine.

Communauté des affections, communauté des intérêts, communauté donc de toutes les sollicitudes, n'apparaît-il pas qu'une pareille cité serait parfaitement une, toutes les joies et toutes les peines n'y pouvant être que communes. Admirable effet de ce que, tant en ce qui regarde les êtres qu'en ce qui regarde les choses, il n'y aurait point de mien particulier, c'est-à-dire de mien pour l'un qui serait un non-mien pour les autres, mais, comme dans la famille, rien qu'un mien commun, si l'on peut dire.

Et, à ce spectacle qu'il se crée, et dont il s'enchant, Platon de plus en plus s'échauffe. « En vérité, s'exclame-t-il, une seule famille, ce n'est point assez dire ; tous les membres de la cité ne feraient, pour ainsi parler, qu'un seul homme ». Puis aussitôt s'attachant à cette image, qui répond si bien à ce qu'il rêve, Platon l'exploite avec délices. « Lorsqu'un homme, observe-t-il, reçoit quelque blessure au doigt, au même instant l'âme, en vertu de l'union établie entre elle et le corps, en est avertie, et tout l'homme est affligé du mal d'une de ses parties ; aussi dit-on de lui qu'il a mal au doigt. On dit de même à l'égard des autres sensations de douleur ou de plaisir qui, adviennent dans l'une des parties quelconques de son corps. Or, voilà au juste l'image de notre cité. Qu'il arrive à l'un de ses membres du bien ou du mal,

1. Sans doute, on pourrait considérer, d'après ce qu'on en rapporte, que l'armée rouge soviétique n'est pas sans rappeler le corps des gardiens de la cité de la *République*. Mais le rapprochement comporterait bien des réserves.

2. τὸ τε ἐμὸν καὶ τὸ οὐκ ἐμὸν. (Nous pensons que καὶ doit être ici traduit par « ou », qu'il signifie moins souvent que « et », mais qui est l'un de ses sens.)

1. Certaines règles seraient établies pour obvier autant que possible aux incestes inconscients.

2. L'allaitement y serait organisé de manière que les mères ne puissent savoir à quels enfants elles donnent le sein.

toute la cité y prendra part comme si elle le ressentait elle-même; elle s'en réjouira ou s'en affligera avec lui ».

Ainsi, comme nous l'avions compris à la lecture de la page des *Lois*, l'unité de la cité, tel est bien, et sans rien d'autre, ce que Platon attend de la communauté et ce qui l'enflamme pour elle. A la différence des conceptions communistes qui viendront après elle, l'idée communiste platonicienne ne procède ni du sentiment égalitariste, ni d'autres considérations quelconques d'ordre économique¹. Elle se forme dans de plus hautes régions de l'esprit, au-dessus du plan des intérêts matériels.

Et cela est vrai non pas seulement pour ce qui est de la communauté des personnes, mais tout autant pour ce qui est de la communauté des choses. Quelques propos incidents ne doivent pas, en effet, empêcher de voir que le grief de fond que Platon a contre la propriété n'est pas distinct de celui, d'ordre tout psychologique, qu'il a contre la famille particulière (nous appellerons ainsi la famille vraie, par opposition à la famille commune, artificielle, que Platon souhaite de voir) : famille particulière et propriété sont, l'une au regard des êtres, l'autre au regard des choses, les deux sources de ce sentiment du mien et du non-mien qui fait que, dans la cité, les joies et les peines, au lieu d'être senties de tous, sont personnelles à chacun; c'est pour ce même et commun motif qu'il faut désirer que toutes deux disparaissent.

Au surplus, si l'on y porte attention, on ne manque pas de remarquer que, des deux institutions, c'est à la première, à la famille particulière, que Platon en a fondamentalement. De son point de vue, d'ailleurs, on se l'explique aisément. La famille particulière n'est-elle pas la source la plus commune du mien et du non-mien? C'est par elle que connaissent ce sentiment même ceux qui ne possèdent rien, puisque, de son fait, il n'est point d'homme qui ne dise de certains êtres, à l'exclusion des autres : ce sont « les miens ». Et puis, et surtout, la disparition des familles particulières, remplacées par l'unique famille commune, entraînerait tout naturellement la disparition des propriétés distinctes, fondues, comme d'elles-mêmes, en un unique patrimoine commun. C'est de la communauté des personnes que résulterait la communauté des choses. Pour le noter en passant,

ceci montre qu'il ne faut pas dire, comme on le fait d'ordinaire, que Platon ne se borne pas à souhaiter la communauté des biens, mais qu'il va jusqu'à souhaiter la communauté des femmes et des enfants. Platon ne va pas jusque-là : c'est par là qu'il commence. La communauté des personnes est l'élément premier et la pièce maîtresse du communisme platonicien. Platon au reste le marque expressément en mettant dans la bouche d'un de ses interlocuteurs ces paroles d'unanime assentiment : « Nous sommes persuadés qu'en effet, ce qui décide de tout, c'est la communauté des femmes et des enfants ».

Voici une autre observation — elle a trait exclusivement à la communauté des femmes — qui contribuera à donner sa vraie couleur à l'idée communiste platonicienne.

En dépit d'une inévitable apparence, la communauté des femmes n'a pas, chez Platon, la volupté pour mobile. Elle est, bien différemment, l'un des éléments d'une véritable ascèse. Ascèse civique, s'entend. Et païenne, naturellement. Mais ascèse. Qu'est-ce d'autre, en vérité, que cette doctrine d'où elle procède et suivant laquelle, l'unité étant pour la cité le bien suprême, et l'unité ne pouvant être que si n'existe plus le sentiment du mien et du non-mien, le citoyen devrait n'avoir en propre absolument rien, ni choses, ni êtres, ni même, autant qu'il se peut, soi-même (car telle est la signification de cette étrange ligne de la page des *Lois* où Platon dit qu'il faudrait que devînt commun cela même qui de nature est particulier à chacun, comme ses yeux, ses oreilles, ses mains). Doctrine de désappropriation totale. Il est vrai qu'en retour des dépouillements demandés — et dont la désappropriation des femmes n'est pas, pour l'ordinaire, le moins dur, comme tant de meurtres en témoignent, — une joie indicible est promise, joie faite d'une paix civique inaltérable dans l'étroite union ou plutôt dans l'unité des cœurs, joie semblable à celle où vivent ces enfants des dieux que Platon aime à se représenter habitant quelque part une cité comme celle qu'il voudrait contempler sur terre. Mais cela, loin d'enlever à la conception platonicienne son caractère d'ascèse, le lui confirme au contraire, le propre de toute ascèse étant d'offrir, pour prix des renoncements qu'elle exige, un transcendant bonheur.

On le voit, quand nous parlons d'ascèse à propos de la communauté des femmes, c'est-à-dire à propos de ce qui semble d'abord être tout le contraire d'une ascèse, ce n'est point vaine gageure de notre part. Toute équivoque sur le mobile de Platon disparaîtrait, pensons-nous, si, après ce que

1. Il n'en faudrait d'ailleurs pas conclure que Platon est étranger aux choses de l'économie. Dans le traité même de la *République*, au livre II, il s'étend longuement sur la place que tient l'économie dans la formation et le développement des sociétés.

nous venons de dire, on voulait bien, en sus, tenir compte des deux considérations suivantes. La première est que Platon, qui n'est pas saint Paul, ne conçoit pas la désappropriation, quel qu'en soit l'objet, autrement qu'en forme de communauté; pour lui, on n'est désapproprié que de ce qu'on accepte être commun : désappropriation et communauté ne font qu'un. La seconde est que, précisément en ce qui concerne les femmes, une désappropriation qui n'eût pas été communauté, une désappropriation purement spirituelle, n'eût point servi le but d'ensemble que Platon se proposait, à savoir la constitution d'une unique famille commune. Celle-ci, en effet, telle que Platon se la représente, requiert la communauté des femmes comme condition, sinon unique du moins première, de la communauté des enfants, base elle-même de la proche parenté possible qui unirait tous les citoyens. Quoi de plus étranger vraiment aux imaginations voluptueuses ? Et Plutarque l'a bien vu, puisque, lui grand bourgeois très rangé et, de surcroît, moraliste en quelque sorte de profession, il ne craint pas d'écrire, des plans politiques de Platon, sans distinguer entre eux et sans faire de réserves, que si aucune cité n'en a tenté l'expérience, c'est qu'ils étaient trop austères¹.

Tout cela, certes, ne fait pas que la communauté platonicienne des femmes ne reste une monstruosité morale. La communauté des femmes est cela de toute manière, comme d'ailleurs aussi celle des enfants. Mais peut-être est-il un peu moins déplaisant que, chez Platon, cette monstruosité soit, plutôt que le fait d'un esprit licencieux, celui d'un esprit spéculatif poussant jusqu'à l'abus la logique d'une saine idée première.

II

Nous connaissons sur quelle considération et dans quel esprit Platon s'enflamme pour la communauté. Essayons maintenant de savoir s'il croit que son rêve peut se réaliser.

Ses amis, on le devine, ne manquent pas de le lui demander. Mais, tandis que, tout à l'heure, sur l'excellence de la communauté, Platon était on ne peut plus ouvert et direct, sur ce point-ci, au contraire, son désir évident est de ne point parler,

et, s'il doit parler, de ne point parler nettement.

Voyez plutôt la curieuse petite comédie en présence de laquelle, d'abord, il nous met. Quand — et ce n'est pas qu'une fois — la question qui nous occupe lui est posée, Platon, par d'innombrables digressions ingénieusement amenées, s'applique à se dérober. Il se dérobe aussi longtemps que la déférence de ses interlocuteurs le lui permet. Mais voici que l'un d'eux, à la fin, perd patience. C'est Glaucon, frère du philosophe. Naturellement plus libre que les autres avec le maître, et excédé de voir celui-ci entamer derechef un de ces longs devis qui lui servent d'échappatoire, il l'interrompt véhémentement, le sommant de déclarer, sans plus tarder, si oui ou non, à ses yeux, sa conception est réalisable, et si oui, comment.

Mis de la sorte au pied du mur, Platon affecte un grand effroi; il se compare à un homme exposé à une vague terrible, car, s'il parle, mille moqueries vont l'assaillir, il le prévoit. Néanmoins, rassemblant son courage, il se décide; et alors, d'un ton grave et triste : « Dussé-je, profère-t-il, être submergé sous le flot des railleries, je parlerai, écoute-moi, Glaucon. Tant que de vrais philosophes ne seront pas rois, ou que les rois ou autres gouvernants ne seront pas devenus de vrais philosophes, tant, en un mot, que le pouvoir et la philosophie ne se trouveront pas réunis dans un même sujet, il ne faudra point, ô mon frère, espérer la fin des maux qui nous désolent, nous et aussi sans doute tous les autres humains; car jamais sans cela ne se verra sous le soleil une cité comme celle que je viens d'établir en paroles. Voilà ce que je remettais toujours à dire, persuadé qu'on m'accuserait d'un ridicule paradoxe. Le commun, en effet, ne saurait comprendre aisément qu'à une pareille condition soient attachés et le bonheur public et le bonheur privé ».

Ainsi, pour que la cité parfaite devînt possible, il faudrait qu'à la tête des cités fussent des philosophes.

Cette condition n'est point, semble-t-il, absolument décourageante. Pourquoi donc est-elle formulée d'un ton si visiblement découragé ? Ah ! c'est qu'il faut savoir ce que Platon entend par un philosophe. A la prière de Glaucon, Platon s'en ouvrira bientôt. Un philosophe, expliquera-t-il, c'est l'homme, et celui-là seulement, qui, n'ayant de goût que pour la vérité, s'attache uniquement à découvrir et à contempler ce que, sous ses formes multiples et changeantes, le monde renferme d'un et d'immuable, rien autre chose n'étant réalité. C'est dire que, pour la carrière politique, il n'est pas d'hommes moins faits que les philosophes. Non qu'ils soient impropres au gou-

1. V. *Œuvres Morales* de Plutarque (Premier discours sur la fortune ou la vertu d'Alexandre). — Plutarque ainsi ne confond pas l'esprit du communisme platonicien avec celui, bas et jouisseur, que soufflaient au peuple, à peu près dans le même temps, ces démagogues qu'Aristophane bafoue dans *l'Assemblée des femmes*. (On a cependant dit que, dans cette comédie, c'est le communisme de Platon qu'Aristophane tourne en ridicule. Mais, très vraisemblablement, la *République* n'avait pas encore paru, ni à plus forte raison les *Lois*, quand Aristophane écrivit son *Assemblée des Femmes*.)

vernement des cités; eux seuls, au contraire, avec le temps, seraient capables, par l'éducation qu'ils donneraient à l'enfance et à la jeunesse, de transformer les dispositions des hommes autant qu'il le faudrait pour qu'on pût espérer de voir un jour ceux-ci vivre en paix et heureux dans une communauté complète. Mais de briguer les suffrages du peuple ne leur agréait nullement. Et d'ailleurs si, par sacrifice au bien public, ils les briguaient cependant, ce serait vainement : la faveur populaire n'irait point à eux, le peuple ne pouvant, pour bien des raisons, savoir ce qu'est la philosophie et n'ayant, en conséquence, pour les philosophes, que du mépris¹.

Ces discours, surtout après la comédie qui les précède, nous trompons-nous en les interprétant ainsi : Platon, ne pouvant plus éviter de céder aux objurgations répétées de son frère, ne dit pas — il ne le veut pas dire — qu'à la vérité il pense que la communauté complète ne saurait être réalisée; seulement, à la possibilité de cette communauté, il met une condition qu'il juge irréalisable?

III

Mais si, comme dès lors il semble, Platon, dans l'intime de lui-même, ne croit point possible la communauté de ses rêves², que signifie, demandera-t-on, qu'il s'emploie néanmoins avec tant d'éloquence à la faire aimer de ses concitoyens?

Pascal émet, à ce sujet, une opinion piquante. Suivant lui, dans la circonstance, Platon s'amuse, tout simplement. Il s'amuse, comme toujours d'ailleurs lorsqu'il écrit de politique, car il ne se livre, de temps à autre, à cet exercice que pour se reposer de ses austères travaux philosophiques en plaisantant et riant très librement avec ses amis; d'où ces plans de cité qu'il établit comme pour régler un hôpital de fous³.

Nous ne saurions, quant à nous, voir là qu'une boutade⁴. Non, la page des *Lois* n'est pas d'un

homme qui veut rire. Et la gravité de son ton, et la ferveur émue qui l'anime, et le grand âge auquel l'écrivit Platon, tout dénonce en elle un véritable testament politique. Elle est l'expression dernière d'une idée caressée longuement, caressée pour le moins le long des douze années qui séparent les *Lois* de la *République*. Au surplus, considérons ceci. Aristote devait connaître la pensée de son ancien maître; or, imagine-t-on que s'il avait vu dans la thèse de Platon sur la communauté un badinage, il se fût donné le ridicule de la critiquer, et de la critiquer gravement¹?

Qu'a donc pu se proposer de sérieux Platon en exaltant un mode de société que, dans son propre et privé, il regarde comme irréalisable? Nous le trouvons, pour notre part, suffisamment indiqué dans ce propos qu'à un moment Platon tient à ses amis. « Supposez, leur dit-il (je résume), un peintre occupé à créer l'image de la parfaite beauté corporelle. Ce peintre, n'est-il pas vrai, n'en sera pas moins habile si, après avoir composé le plus beau corps d'homme qui se puisse voir, il reconnaît que la nature n'en peut faire un semblable. Or, moi, dans cet entretien, j'ai composé l'image de la parfaite beauté civique; ce que j'ai dit serait-il donc moins bien dit si je convenais que ce modèle ne saurait être reproduit? Mais mon œuvre, alors, ne serait-elle pas inutile? Ne le croyez pas, ô mes amis. En quelque ordre de choses que ce soit, ce n'est point une occupation vaine que de travailler à rendre présente à tous la perfection même. Car, si les hommes ne la voyaient, ils ne mesureraient pas combien ils sont loin d'elle, tandis que, la pouvant contempler, ils l'admirent et sont portés à vouloir lui ressembler. Grâce à quoi seulement il est permis d'espérer que les hommes, peu à peu, deviendront moins imparfaits ».

Un mythe donc, un mythe social, au sens où le mot de mythe est pris de nos jours, voilà ce que Platon s'est proposé par son éloge de la communauté intégrale. Un mythe, c'est-à-dire non pas proprement une utopie. L'utopie, celui qui la bâtit la croit réalisable. Le mythe, lui, est un peu un mensonge. C'est un de ces mensonges que Platon appelle des « mensonges utiles » et dont un exemple est, à ses yeux, semble-t-il, l'idée de la fraternité des hommes². Pour son auteur, en effet, et de même pour ses zéloteurs avertis, le mythe n'est pas un but, — ils le savent inaccessible — mais un instrument. Ils s'en servent comme d'une image motrice destinée à provoquer et à entretenir dans les esprits un état de mouvement dans une direction donnée, état qui, étant

1. V. *Rép.*, I, VI.

2. *Nec obst.*, même si elle est authentique; la septième des lettres dites de Platon.

3. V. PASCAL, *Pensées*, sect. V, n° 331 (petite édition Brunschwig).

4. Ce qui peut donner à l'idée de Pascal une apparence de fondement, c'est que, indépendamment de la communauté des personnes, qui est le corps de l'idée communiste platonicienne, d'assez nombreuses extravagances se peuvent lire dans les écrits politiques de Platon et en particulier dans la *République*. Mais, dans des dialogues, propos étranges et paradoxes se peuvent expliquer autrement que ne le suppose l'auteur des *Pensées*.

De même, quand, à un moment, et comme négligemment, Platon dit qu'après tout il est peut-être un de ces esprits désoccupés qui, pour échapper à l'ennui, s'entretiennent agréablement de rêveries, et s'en repaissent, il ne faut voir là qu'une attitude dont Platon est coutumier et qui n'est, chez lui, qu'une manière d'éloger.

1. V. ARISTOTE : *Politique*, II, I et II. — Plutarque, lui non plus, n'a pas vu là une fantaisie (V. *supra*).

2. V. *Rép.*, I, III.

vie, et vie tendue, fait apparaître ou se développer dans l'individu, selon la mesure où l'image le possède, des qualités, surtout morales (volonté, ardeur, persévérance, esprit de sacrifice et de discipline), sans lesquelles, — les lois n'étant presque de rien sans les mœurs, comme l'observait déjà Platon, — il n'est pas, pour la société, de marche ferme et soutenue vers le mieux, vers le mieux tel que les apôtres du mythe l'entendent. Ces effets, toutefois, ne peuvent être attendus que si l'on se garde de présenter le mythe comme un mythe : autrement il perdrait sa vertu, le peuple ne s'enflammant pour une idée que si on la lui donne comme capable d'être réalisée de tout point. Aussi bien est-ce pour cette raison que nous voyions Platon — attitude jusqu'ici énigmatique — s'ingénier à ne point répondre à l'inopportune question de Glaucon. Pour cela aussi que, forcé de répondre enfin, Platon ne le fait que par des propos obliques. Pour cela encore, qu'après avoir parlé, Platon glissera de loin en loin dans son discours, que, si la cité parfaite est assurément difficile, elle n'est pas cependant impossible absolument. (Platon veut sauver le mythe que, malgré ses soins, Glaucon, peut-être, lui a fait compromettre.)

**

Nous avons, dans cette étude, exposé, telle que nous nous la représentons, l'idée communiste platonicienne.

On pourra trouver que nous l'avons fait comme avec sympathie.

Nous nous y sommes essayé en effet, pour avoir chance ainsi d'interpréter plus fidèlement la pensée du maître de l'Académie.

Nous serions toutefois fâché que l'équivoque qui peut en résulter fût tant soit peu durable. Exprimons donc au moins d'un mot, avant de finir, notre sentiment vrai.

Dépouillée de tout l'art dont Platon l'enveloppe, l'idée communiste platonicienne apparaît comme voici :

d'une part, un but hautement louable, ce but,

sous le vocable d'unité de la cité, n'étant autre que la bonne union des citoyens ;

d'autre part, un moyen qui, de quelque esprit, fût-ce ascétique, qu'il procède, ne peut pas ne pas être un insupportable scandale, ce moyen étant le mythe de la grande famille commune obtenue par la communauté des femmes et des enfants.

Devant cet assemblage de meilleur et de pire, et où surtout c'est au nom du meilleur qu'est exalté le pire, en vérité, pour la mémoire de Platon, nous aimerions de pouvoir considérer, avec Pascal, qu'en tout ceci c'est à un jeu d'esprit que Platon s'est livré ; nous nous dirions alors, et ce nous serait un soulagement, que Platon sans doute a voulu, en les parodiant, ridiculiser certains sophistes de son temps dont la marque était de tirer artificieusement de principes vrais, ou des conseils des sages, les doctrines les plus déraisonnables. Mais puisque, comme Aristote, nous sommes persuadé que, dans son éloge de la communauté, c'est avec sérieux que Platon a parlé, que nous reste-t-il à penser, sinon que, du grain de folie que tout homme, dit-on, porte en soi, les dieux n'avaient pas exempté même le prince des philosophes.

... Peut-être ce grain n'eût-il pas germé, ou du moins n'eût-il pas donné la dangereuse fleur que nous venons de respirer, si, au lieu que d'être un célibataire déterminé, Platon avait, comme tous autres, fondé une famille « particulière » et avait ainsi connu personnellement — nous voulons dire par le cœur — ce que c'est qu'une épouse¹ et ce que c'est qu'un enfant. A cet égard, Aristote, — qui, lui, fut marié et marié deux fois, — fera délicieusement et fortement sentir toute l'étendue de l'erreur psychologique de son ancien maître.

Aug. Deschamps

Membre de l'Institut,
Professeur à la Faculté de Droit
de Paris.

1. Car enfin les Xanthippe sont l'exception ; autrement la femme de Socrate ne serait point célèbre. (Encore faut-il convenir, à sa décharge, que Socrate devait être un mari bien distrait.)

SUR LA NOTION DE RÉVERSIBILITÉ

LE THÉORÈME ET LE PRINCIPE DE CARNOT

INTRODUCTION

Beaucoup de personnes pensent — et, semble-t-il, non sans raison — que l'exposé classique de la thermodynamique pourrait être amélioré. Dans cet exposé, les principes fondamentaux tendent à jouer un rôle quasi métaphysique. Or ce rôle est d'autant plus difficile à comprendre que ces principes sont, en fait, équivalents à des hypothèses très simples dont la signification physique est tout à fait intuitive.

Le mode d'exposé actuellement suivi présente le grave inconvénient de ne pas dégager de façon suffisamment nette quelles sont les propositions qui dépendent uniquement de chacun des deux postulats de la thermodynamique. Sans doute, cette décomposition logique est-elle partiellement réalisée dans l'enseignement classique, puisque l'étude complète du premier principe se trouve placée avant celle du second; on sait d'ailleurs quels heureux résultats ont pu être directement atteints dans le cours de physique grâce à l'introduction immédiate de la notion d'énergie. C'est ainsi, par exemple, que la notion de puissance disponible dans un circuit conduit tout naturellement aux lois élémentaires des phénomènes électriques et électro-magnétiques. Mais l'ordre suivi par la théorie classique suppose peut-être déjà l'existence du second principe et, dans tous les cas, il ne permet de voir qu'un côté de la question. La séparation complète des conséquences de chacun des deux postulats de la thermodynamique ne peut être obtenue qu'en examinant également quelles propositions découlent directement du second principe, indépendamment du principe de l'équivalence. Il semble vraiment nécessaire de suivre cet ordre pour comprendre au moins la signification exacte et la portée du second principe. On est ainsi conduit à donner à ce principe une forme nouvelle et les résultats obtenus dans cette voie sont dignes d'intérêt.

En développant les conséquences du second principe sans tenir compte du premier principe, on constate, en effet, qu'il est possible de démontrer plusieurs propositions fondamentales de la thermodynamique. En fait, l'introduction du premier principe ne devient nécessaire qu'après avoir construit toute l'ossature de la thermodynamique. On voit quelle importance au point de vue logique il y aurait donc à placer le second principe avant le

premier et quelles heureuses conséquences pourraient en résulter.

D'abord, grâce à la circonstance remarquable que je viens d'indiquer, au lieu d'être intimement mêlées et inséparables, comme cela résulte de l'exposé classique, les conséquences immédiates des deux principes seraient parfaitement isolées. Ainsi verrait-on nettement apparaître la « causalité logique »¹ qui est la véritable source de chaque proposition de la thermodynamique. Le seul fait de parler d'irréversibilité dans les transformations subies par un système conduit, en effet, indépendamment du premier principe, à énoncer un certain nombre de propositions. La « cause logique » de ces propositions réside donc uniquement dans l'hypothèse de l'irréversibilité. D'un autre côté, si ces propositions s'appliquent aux phénomènes observés à l'intérieur d'un système, la « cause logique » invoquée, c'est-à-dire l'hypothèse faite sur l'irréversibilité au début de la théorie, traduit manifestement la cause physique profonde de ces phénomènes, pour autant que cette dernière soit unique. La signification physique de l'hypothèse première devient ainsi tout à fait intuitive, puisque l'esprit en saisit directement les conséquences logiques et qu'il peut, inversement, remonter immédiatement de l'expérience à l'hypothèse qui l'explique.

Les raisonnements auxquels on est conduit en s'appuyant uniquement sur l'hypothèse fondamentale contenue dans le second principe font intervenir des formes d'énergie différentes. Or il n'est nullement nécessaire, pour achever les raisonnements, de dire quelle est « en soi » la nature de ces espèces d'énergie. Les mêmes conclusions pourraient s'appliquer à des formes d'énergie quelconques à condition que leurs transformations restent soumises à la même hypothèse initiale. On obtient ainsi un cadre théorique ouvert, dans lequel peuvent venir se placer des phénomènes qui n'ont à première vue aucun rapport avec la thermodynamique. Cette perspective d'une théorie générale — qui n'est autre, d'ailleurs, que l'éner-

1. C'est à dessein que j'emploie ici l'expression utilisée par plusieurs mathématiciens dans l'étude des méthodes logiques de la géométrie et de la mécanique. Il apparaît clairement que la physique théorique est dominée par les mêmes considérations. Pour s'en convaincre, il suffira au lecteur de comparer cet exposé thermodynamique aux idées développées par M. Bouligand dans un article de fond de cette Revue : *Sur quelques points de méthodologie géométrique* (nos du 31 janvier 1930 et du 30 juin 1930).

gétique — enlève aux principes de la thermodynamique et, surtout, au second, ce rôle quasi métaphysique qu'ils prendraient si on leur attribuait une signification restreinte et une essence trop uniquement thermodynamique.

Le second principe fut mis en évidence par Sadi CARNOT à un moment où il ne soupçonnait même pas l'existence du principe de l'équivalence. Il est établi que Sadi CARNOT a, plus tard, énoncé lui-même le premier principe et calculé une valeur de I très suffisamment approchée. N'est-il pas très satisfaisant de constater que le second principe doit, en effet, se placer avant le premier et qu'ainsi l'ordre historique des découvertes du fondateur de la thermodynamique est entièrement conforme à l'ordre logique ?

Les considérations que je vais essayer de préciser ont eu pour point de départ le besoin d'analyser plus profondément les notions de réversible et de non réversible dont M. Raveau¹ a déjà souligné l'importance. Ces considérations permettent d'englober sans peine, dans un ensemble logique tout à fait cohérent, la thermodynamique classique et la théorie cinétique des gaz. Ce résultat concorde parfaitement avec les idées exposées par M. J. PERRIN² sur le second principe. Le choix et la nature des hypothèses permettent même de faire disparaître le caractère « d'incertitude »³ contenu dans l'énoncé le plus général du postulat de CARNOT.

Les idées qui sont développées ici n'ont pas pour but de démontrer le théorème de CARNOT à partir de rien. Les démonstrations faites reposent sur une hypothèse fondamentale, relative au caractère de l'irréversibilité, hypothèse dans laquelle le théorème de CARNOT est évidemment contenu comme l'a déjà indiqué M. RAVEAU. Les résultats obtenus ne changent donc rien aux conséquences thermodynamiques des deux principes. Mais l'utilisation directe de « la causalité logique » permet d'éliminer toute hypothèse accessoire d'ordre analytique. Comme l'a remarqué M. RAVEAU il n'est nullement nécessaire d'introduire des fonctions et des différentielles totales. Les théorèmes généraux, tout en gagnant en généralité peuvent se démontrer par des voies non analytiques. On est donc tout naturellement conduit à un exposé de la thermodynamique semblable à celui que M. BRUHAT a déjà indiqué dans plusieurs mémoires⁴ en s'ins-

pirant directement des travaux de M. RAVEAU. Ceci n'exclut nullement la nécessité d'introduire l'entropie, mais son rôle fort simple se comprend mieux et sa signification physique reste parfaitement claire. D'un autre côté, la possibilité d'effectuer tous les raisonnements sans aucun calcul analytique rend plus aisée l'étude des cas d'irréversibilité dans lesquels les procédés habituels de calcul sont inutilisables.

Je remercie très vivement M. BRUHAT qui a bien voulu suivre, pas à pas, les progrès de ce travail et qui m'a apporté de précieux encouragements et d'utiles suggestions.

I

LA NOTION DE RÉVERSIBILITÉ

1. — La notion de réversibilité permet d'établir une différence essentielle entre plusieurs catégories de transformations physiques. Elle s'introduit sous deux formes.

L'une, restreinte, se déduit de la notion d'équilibre stable et fournit une définition détaillée et concrète de la réversibilité.

L'autre, générale, s'obtient en ajoutant aux notions d'équilibre ou de non-équilibre, la considération nouvelle suivante : étant donné un système qui a été ramené à son état initial après avoir évolué de manière quelconque, on se demande s'il subsistera ou non, après cette transformation fermée, une modification extérieure au système. La notion la plus générale se déduit de l'étude des différents cas possibles. Elle complète la notion restreinte en donnant à la réversibilité un caractère moins spécial et plus nettement distinctif.

2. *Notion restreinte.* — Elle découle immédiatement de l'idée qu'un système peut passer par une série d'états infiniment voisins de l'état d'équilibre. Elle se rattache donc uniquement au concept d'équilibre stable et à celui de transformation continue. Elle permet de figurer une transformation réversible par une courbe, au moyen d'une représentation géométrique convenable, chaque point de la courbe correspondant à un état d'équilibre.

3. *Notion générale : Point de vue pratique.* — Soit un système ayant subi une certaine transformation. Ramenons ce système à son état initial. Du point de vue du résultat final, deux hypothèses, et deux seulement, sont expérimentalement possibles :

Ou bien on dispose d'un procédé permettant de faire disparaître toute modification extérieure,

Ou bien on ne dispose d'aucun procédé de cette espèce et, pratiquement, il subsistera toujours, à l'extérieur, une modification indélébile.

1. RAVEAU : *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, t. CLXXXV, pp. 1121, 1228, 1265 ; t. CLXXXVIII, pp. 1543, 1962 ; — *Société Française de Physique*, 16 novembre 1928, 18 janvier 1929, 21 juin 1929.

2. J. PERRIN : *Les Principes*, p. 141.

3. *Ibid.*, p. 146.

4. G. BRUHAT : *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, t. CLXXXVIII (1929), p. 1600 ; *Journal de Physique*, t. X (1929), p. 107 ; *Revue Générale des Sciences*, t. XL (1929), p. 533.

Dans le premier cas, la transformation est dite *réversible*; dans le second cas elle est dite *irréversible*.

4. *Point de vue théorique.* — La définition précédente demande à être complétée.

Du fait que l'on ne dispose pas d'un procédé convenable pour rendre réversible une transformation qui ne l'est pas directement, on ne peut conclure *a priori* qu'un tel procédé n'existe pas.

En réalité, trois cas sont théoriquement possibles :

1) il existe un procédé P (ou un ensemble de procédés P) permettant de rendre la transformation réversible, et ce procédé est, pratiquement, à notre disposition;

2) il existe un procédé P, mais ce procédé peut être théoriquement exclu des raisonnements, ou bien, par suite de sa nature, doit être considéré comme n'étant pas à notre disposition;

3) il n'existe, et ne peut exister aucun procédé P.

Dans le premier cas, la transformation est réversible; dans les deux derniers cas, elle est irréversible.

Avant de faire aucun raisonnement, on devra donc spécifier explicitement dans quel cas, par hypothèse, on est supposé se trouver.

La thermodynamique classique, quand on adopte le point de vue du principe de CARNOT, formulé par un postulat d'impossibilité, correspond au troisième cas.

La thermodynamique de la théorie cinétique des gaz correspond au premier ou au second cas selon que l'on suppose possible ou non l'intervention de démons de MAXWELL, ou, plus simplement, selon que l'on admet ou non l'existence de fluctuations observables. Quand elle correspond au second cas, elle devient identique à la thermodynamique classique déduite du principe de CARNOT.

Mais, dans les trois cas, la notion générale de réversibilité s'applique sans modification.

5. *Différentes catégories de transformations physiques*¹. — L'étude précédente permet de classer les transformations physiques en trois catégories :

1. Les considérations développées dans ce paragraphe permettent de justifier et de compléter l'analogie indiquée, dans l'introduction (en note au bas de la page 5), entre les méthodes « causales » de la géométrie et le point de vue auquel j'ai été amené à me placer ici. Parmi toutes les transformations physiques, celles de la première catégorie au moins forment un groupe et les propriétés de ce groupe résultent de sa définition même. Autrement dit, elles trouvent leur origine causale à l'intérieur même du groupe. Or c'est la même notion du groupe qui permet également de construire toute géométrie. « Ce que nous appelons géométrie n'est pas autre chose que l'étude des propriétés formelles d'un certain groupe continu ». H. POINCARÉ : *Des Fondements de la Géométrie*; — E. CHIRON : *Ed.*, p. 62. Pour comprendre l'étroite parenté existant entre les méthodes thermodynamiques indiquées ici et celles de la géométrie, le lecteur ne saurait mieux faire que de se reporter au petit livre d'Henri Poincaré que je viens de citer.

1) les transformations *absolument réversibles*, ou transformations de première espèce, correspondant à la définition restreinte de la réversibilité. Elles sont définies de manière autonome et ne nécessitent la mise en œuvre d'aucun procédé particulier;

2) les transformations *conditionnellement réversibles*, ou transformations de deuxième espèce, qui, selon l'hypothèse faite sur certains procédés particuliers, peuvent être réversibles ou irréversibles;

3) les transformations *absolument irréversibles* ou transformations de troisième espèce.

Comme nous le verrons aux chapitres suivants, des raisonnements très généraux permettent d'établir certaines propriétés des transformations réversibles. La démonstration de ces théorèmes résulte de l'opposition qui existe entre les transformations réversibles et les transformations irréversibles, qu'elles appartiennent, les premières, à la première ou à la deuxième espèce, les secondes, à la deuxième ou à la troisième espèce. Par conséquent, les mêmes raisonnements et les mêmes conclusions s'appliquent à tout ensemble de phénomènes dans lequel il est possible d'isoler et de définir des transformations appartenant au moins aux deux premières catégories de transformations. Pour cela, il suffit que certaines transformations des systèmes considérés puissent être placées dans la seconde catégorie. Même si aucune transformation ne doit être considérée comme étant absolument irréversible, la possibilité d'exclure *a priori* certaines conditions de réversibilité, suffit pour permettre d'établir des théorèmes qui jouent, en physique, un rôle tout à fait fondamental.

6. *Caractères particuliers de la notion générale et de la notion restreinte de réversibilité.* — La notion restreinte fait intervenir une infinité de transformations infinitésimales. Elle suppose réalisées certaines conditions de continuité.

La notion générale permet, au contraire, de définir le caractère de la réversibilité par des considérations portant uniquement sur l'état initial et sur l'état final, à condition de connaître certaines données très générales relatives aux relations du système avec le milieu extérieur. Elle ne fait intervenir aucune hypothèse sur la continuité de la transformation vis-à-vis des variables du système.

Après avoir obtenu certains résultats au moyen de raisonnements portant sur la définition générale, on peut, cependant, supposer réalisées toutes les conditions de continuité, et revenir à la notion restreinte. Il est alors loisible de mettre les propositions générales sous forme différentielle, ce

qui permet, pour ainsi dire, de disséquer les phénomènes réversibles.

7. *Transformations inverses.* — Soit une transformation réversible donnée A. D'après la remarque précédente, l'existence et la réversibilité de la transformatoin inverse — A ne peut être démontrée que dans le cas de la notion restreinte.

En effet, si la transformation est *continue*, il est bien évident que —A existe et est réversible, puisqu'il suffit pour définir cette transformation, de considérer une infinité de transformations réversibles infiniment petites. Mais si la transformation *n'est pas continue*, on ne peut plus affirmer que —A existe et soit réversible, puisque, en vertu de la discontinuité, la série des états intermédiaires entre l'état initial et l'état final est inconnue.

Toutefois, à notre échelle, les transformations thermodynamiques sont continues. Si un raisonnement aboutissant à un théorème classique fait appel aux transformations inverses, il est donc parfaitement justifié.

La considération des transformations inverses revient à introduire d'abord la notion générale de réversibilité, puis la notion restreinte. Cette suite d'introductions n'est pas équivalente à la seule introduction de la notion restreinte, car celle-ci ne jouit pas de tous les caractères contenus dans la notion générale. La considération des transformations inverses permet donc de compléter la théorie thermodynamique classique sans modifier sa structure et sans restreindre le champ de ses applications.

8. — Les considérations précédentes permettent de préciser le caractère des modifications subies par un système qui n'est pas constamment dans un état infiniment voisin de l'état d'équilibre stable. Ces modifications appartiennent aux transformations de la seconde ou de la troisième espèce. Si l'on dispose d'un procédé P pour ramener le système à son état initial, la transformation sera réversible, bien qu'il n'y ait pas eu constamment équilibre. Dans le cas contraire, elle sera irréversible.

II

THÉORÈME DE CARNOT

1. — Dans la thermodynamique classique, on suppose, par hypothèse, qu'il existe des transformations absolument irréversibles. Comme nous l'avons vu, cette hypothèse correspond, en réalité, à deux cas théoriquement très différents, mais pratiquement équivalents. La démonstration du théorème de CARNOT, que nous allons obtenir maintenant, s'applique donc sans modification :

aux systèmes pour lesquels il existe des transformations absolument irréversibles ;

et aux systèmes pour lesquels il n'existe pas de transformations absolument irréversibles, mais pour lesquels on peut exclure *a priori* l'emploi des procédés P que nous avons définis.

2. — Le premier principe n'établit aucune différence entre le réversible et l'irréversible. Son application à un cas simple va cependant nous permettre, par une première voie, de démontrer le théorème de CARNOT, théorème qui domine toute la thermodynamique.

3. — Soit un système thermodynamique *ayant décrit un cycle fermé*. Supposons que la modification extérieure du système résultant de cette transformation se compose uniquement d'un travail extérieur (montée ou descente d'un poids) et d'un échange de chaleur avec un thermostat unique et bien déterminé. Soit T le travail extérieur produit, Q la quantité de chaleur échangée avec le thermostat. Nous allons démontrer le théorème suivant :

Pour que la transformation considérée soit réversible, il faut et il suffit que l'on ait $T=0$, $Q=0$.

La condition est évidemment suffisante. En effet, si l'on a $T=Q=0$, la transformation est bien réversible, puisque le système revient à son état initial et qu'il ne subsiste finalement aucune modification extérieure.

La condition est nécessaire. En effet, écrivons le principe de l'équivalence. On a : $T+Q=0$. Le cas $T=Q=0$, ayant été examiné, quant aux signes de T et de Q, deux hypothèses seulement restent possibles :

$$\begin{array}{ll} T < 0, & Q > 0, \\ T > 0, & Q < 0. \end{array}$$

L'une seule de ces hypothèses ne peut pas correspondre uniquement et toujours aux transformations réversibles fermées. En effet, supposons que l'on ait par exemple $T > 0$, $Q < 0$, pour toute transformation réversible fermée. T et Q gardant toujours chacun leur signe, on ne pourrait jamais annuler les modifications extérieures produites par l'association de plusieurs transformations réversibles fermées, ce qui est évidemment absurde, puisque, par définition même, ce résultat peut toujours être obtenu. Il faudrait donc que les deux hypothèses puissent correspondre aux transformations réversibles fermées. Mais alors, il ne pourrait plus exister de transformations irréversibles. En effet, supposons qu'une transformation irréversible fermée ait produit la modification extérieure $T'=0$, $Q'=0$, en la rapportant toujours au même poids et au même thermostat. Le principe de l'équi-

valence donne $T' + Q' = 0$. En combinant cette transformation avec une transformation réversible fermée convenablement choisie, on pourrait obtenir $T + T' = 0$, $Q + Q' = 0$. On pourrait, par conséquent, faire disparaître toute modification extérieure. La transformation irréversible pourrait donc être rendue réversible, ce qui est absurde. On a donc nécessairement $T = 0$, $Q = 0$, pour toutes les transformations réversibles fermées qui ont été considérées.

4. — Le théorème que nous venons de démontrer peut se mettre sous plusieurs formes équivalentes que nous allons examiner successivement. On peut d'abord dire immédiatement :

Toute transformation réversible et fermée d'un système n'ayant échangé de chaleur qu'avec un thermostat

1° *n'a produit aucun travail ;*

2° *finaleme nt, n'a pas échangé de chaleur.*

Autrement dit :

Théorème de Carnot-Thomson : Une transformation monotherme réversible et fermée ne peut produire aucun travail.

5. *La température, facteur d'action.* — Soit un système thermodynamique chimiquement isolé. Par hypothèse sur sa nature, ce système est constitué de thermostats de températures différentes et « d'autres choses », et est capable de produire du travail. Toute transformation du système, finalement, ne met en jeu que la chaleur (cédée ou empruntée aux thermostats) et du travail. C'est ce que l'on énonce en disant que la température est un *facteur d'action*¹.

6. — En combinant ensemble deux cycles de CARNOT réversibles fonctionnant en sens inverse, et en ajoutant que la température est un « facteur d'action », on peut encore dire :

Le rendement d'une machine thermique fonctionnant réversiblement est indépendant de la nature du fluide utilisé et ne dépend que de la température des sources.

7. — A condition d'avoir su définir au préalable le facteur d'action relatif à l'une des formes d'énergie, la démonstration du théorème de CARNOT peut s'appliquer de la même manière à deux formes quelconques d'énergie.

Remarquons, toutefois, que la température joue dans le principe de CARNOT un rôle particulier que ne jouent pas, en général, les autres facteurs d'action.

Ainsi, sur les mêmes définitions, se fonde, au moins en principe, une théorie générale qui n'est autre que l'énergétique.

8. — Le raisonnement utilisé précédemment

pour démontrer le théorème de CARNOT-THOMSON fait intervenir explicitement le principe d'équivalence. On peut arriver au même résultat sans s'appuyer directement sur ce principe, à condition, toutefois, de restreindre par des conditions préliminaires le nombre des transformations monothermes réellement possibles. Ajoutons immédiatement que ces conditions, ne sont pas équivalentes au premier principe. Elles sont plus générales que lui.

9. *Conditions restrictives.* — Parmi toutes les transformations possibles d'un système ayant subi un cycle fermé en n'empruntant de la chaleur qu'à un seul thermostat, nous excluons *a priori* les deux cas suivants :

$$\begin{array}{ll} T = 0 & Q \neq 0, \\ T \neq 0, & Q = 0. \end{array}$$

Ces conditions ne sont pas équivalentes au premier principe. En effet, décomposons l'énoncé du premier principe en deux parties : pour toute transformation fermée d'un système, on a :

I, qualitativement, soit :

$$\begin{array}{ll} T > 0 & \text{et} \quad Q < 0 \\ \text{soit :} & \\ T < 0 & \text{et} \quad Q > 0 \\ \text{soit :} & \\ T = 0 & \quad Q = 0 \end{array}$$

II, quantitativement, le rapport

$$J = \frac{T}{-}$$

est le même pour tous les systèmes et toutes les transformations.

L'énoncé qualitatif est bien équivalent aux deux conditions d'exclusion écrites plus haut, mais ces conditions ne permettent pas de démontrer la constance de J.

En effet, considérons deux transformations *monothermes* (1) et (2) fermées d'un même système. Soient :

$$\begin{array}{l} J_1 = \frac{T_1}{Q_1} \\ J_2 = \frac{T_2}{Q_2} \end{array}$$

les valeurs de l'équivalent mécanique de la calorie dans les 2 cas.

On a :

$$\begin{array}{l} T_1 = J_1 Q_1 \\ T_2 = J_2 Q_2. \end{array}$$

Si l'une des transformations (2), par exemple, est réversible, on peut associer à (1) une transformation (2) inversée de telle sorte que

$$T_1 + T_2 = 0,$$

ce qui donne

$$J_1 Q_1 + J_2 Q_2 = 0.$$

En vertu des conditions restrictives, on doit donc avoir

$$Q_1 + Q_2 = 0,$$

c'est-à-dire

$$J_1 = J_2$$

mais ceci suppose que pour une transformation monotherme réversible et fermée

$$T_2 \neq 0, Q_2 \neq 0.$$

Or nous démontrerons plus loin que, dans ce cas, $T_2 = 0, Q_2 = 0$. On n'a donc le droit de rien déduire, car si les transformations (1) et (2) ne sont réversibles ni l'une ni l'autre, nous ne pouvons les associer ensemble en inversant simplement l'une; et si nous ramenons par d'autres procédés, le système de poids à son état initial, nous ne pouvons savoir quelle sera la valeur finale de l'échange de chaleur relatif au thermostat choisi. Nous savons même expérimentalement qu'un deuxième thermostat devra être mis en cause. Et comme nos conditions restrictives ne portent que sur les transformations *monothermes*, il nous est impossible de rien conclure.

Pour que les conditions écrites soient équivalentes au premier principe il faudrait donc dire qu'elles s'appliquent à toute transformation fermée, *monotherme ou non*, d'un système thermodynamique. Mais cette condition n'est pas nécessaire pour démontrer le théorème que nous avons en vue.

10. *Travail et échange de chaleur produits par un cycle monotherme fermé.*

Parmi toutes les transformations possibles, il reste donc 4 cas :

(1)	$T > 0$	$Q < 0$
(2)	$T > 0$	$Q \leq 0$
(3)	$T < 0$	$Q < 0$
(4)	$T > 0$	$Q > 0$

Une de ces transformations existe nécessairement. En effet, s'il n'en existait réellement aucune, il ne resterait plus que le cas $T = 0, Q = 0$: toutes les transformations seraient donc réversibles, ce que nous avons rejeté *a priori*.

Donc, une transformation au moins existe. Il est facile de voir qu'il ne peut en exister qu'une seule à la fois.

Pour le démontrer, examinons ce qui arrive dans chaque cas. Supposons par exemple que la première existe. Je dis que, dans ce cas, cette transformation est irréversible et que les 3 autres ne peuvent exister.

D'abord (1), est nécessairement irréversible. En effet, si (1) était réversible, T et Q gardant toujours chacun leur signe, pour réaliser la condition de réversibilité $T = 0, Q = 0$, au moyen de deux

transformations inverses, il faudrait que (4) existe aussi et soit réversible. Mais, alors, il n'y aurait plus de transformations irréversibles, ce qui est exclu *a priori*. Donc, si (1) existe, (1) est irréversible.

On en conclut immédiatement que (4) n'existe pas, car, dans ce cas, l'association de (1) et de (4) rendrait (1) réversible, ce qui est absurde.

De même, (2) et (3) ne peuvent exister, car leur association avec (1) pourrait aboutir soit à $T = 0, Q = 0$, soit à $T = 0, Q = 0$, ce qui est exclu par les conditions restrictives imposées au début.

Donc, si (1) existe :

(1) est irréversible;

(2) — (3) — (4) ne peuvent exister.

On ferait évidemment le même raisonnement pour (4).

Considérons maintenant la seconde espèce de transformation.

Si (2) existe et est réversible, il faut que (3) existe aussi, puisque, T et Q gardant chacun leur signe pour les transformations (2), au moyen de (2) seulement on ne pourrait rendre aucune transformation réversible. Mais si (3) existe, il est facile de voir qu'il n'existe plus de transformations irréversibles. Ce qui est absurde. Donc, si (2) existe, (2) est irréversible. On voit de plus que (1) et (4) ne peuvent alors également exister, car leur association avec (2) donnerait un résultat contredisant les conditions restrictives imposées. Donc si (2) existe, (2) existe seul et est irréversible.

Même raisonnement pour (3).

Par conséquent, un seul des 4 cas peut exister. Le cas qui existe réellement correspond nécessairement à l'irréversibilité. Les signes de T et de Q étant absolument arbitraires, ce choix une fois fixé, une seule expérience dira quelle est la transformation réelle.

On aboutit ainsi au théorème suivant :

Soit une transformation monotherme fermée; la condition nécessaire et suffisante pour que la transformation soit réversible est que l'on ait $T = Q = 0$; quand la transformation est irréversible, T et Q sont différents de zéro et gardent toujours le même signe.

11. — Les conditions restrictives que nous avons dû imposer à la nature des transformations monothermes pour démontrer le théorème précédent, expriment un déterminisme intuitif plus général que celui qui correspond au premier principe. Le théorème précédent est donc applicable à des systèmes très généraux ne satisfaisant pas au premier principe.

Par contre, le théorème de CARNOT sur le rendement des machines à feu nécessite l'hypothèse

que la température est un « facteur d'action », c'est-à-dire que deux sources à des températures différentes peuvent servir à constituer une machine thermique. Cette hypothèse conduit alors immédiatement à la nécessité du premier principe, au moins dans le cas d'un cycle réversible parcouru entre deux sources à températures données.

En effet, soient 2 transformations réversibles ayant emprunté à deux sources les quantités de chaleur Q_1 , Q_2 et Q'_1 , Q'_2 , et ayant produit les travaux T_1 et T'_1 .

En inversant réversiblement l'une des deux transformations, nous pouvons restituer à l'une des sources toute la chaleur échangée. Mais alors, nous obtenons une transformation monotherme réversible pour laquelle il n'y a finalement aucun échange de chaleur et aucun travail produit.

Le travail était donc, dans les 2 cas, proportionnel à la somme algébrique des échanges de chaleur avec les deux sources, ce qui est l'énoncé du premier principe, relativement au cycle considéré. Mais ceci ne démontre pas que J est indépendant des températures du cycle.

12. — On ne peut pas faire le même raisonnement dans le cas où l'un des deux cycles est irréversible. En effet, supposons qu'un seul cycle soit réversible. Invertissons celui-ci de manière à rendre à une source toute la chaleur échangée au cours du cycle irréversible. Associons ces 2 cycles. Nous obtenons une transformation non réversible pour laquelle nous savons seulement qu'on a

$$T_1 - T'_1 > 0, \quad Q_1 - Q' < 0$$

en désignant par Q et Q' les quantités de chaleur échangées avec la source unique effectivement utilisée, par T et T' les travaux effectués au cours de deux cycles primitivement considérés.

13. — Par conséquent, pour introduire complètement le principe de l'équivalence il faut énoncer une hypothèse nouvelle.

Plusieurs hypothèses paraissent permettre d'atteindre ce résultat. En réalité, ces hypothèses se ramènent toutes à une seule comme nous allons le voir.

14. — Une première hypothèse, de caractère très général, consiste à étendre à un ensemble quelconque de sources l'hypothèse énoncée au paragraphe 9. Désignons par T le travail effectué au cours d'un cycle quelconque, par Q la somme algébrique des quantités de chaleur échangées avec les différents thermostats, on suppose que les cas

$$T = 0 \quad Q \neq 0$$

et

$$T \neq 0 \quad Q = 0$$

sont exclus *a priori*. Cette hypothèse conduit bien à l'énoncé d'équivalence. En effet, considérons deux cycles différents auxquels correspondent les travaux T_1 et T_2 et les échanges de chaleur Q_1 et Q_2 , en supposant que le cycle T_2 , Q_2 est réversible.

Soient

$$J_1 = \frac{T_1}{Q_1}$$

et

$$J_2 = \frac{T_2}{Q_2}$$

les valeurs correspondantes des équivalents mécaniques de l'unité de chaleur. Associons ces deux cycles de manière à obtenir finalement un travail nul. On aura :

$$T_1 + T_2 = J_1 Q_1 + J_2 Q_2 = 0.$$

Mais l'hypothèse que nous avons admise conduit alors à écrire

$$Q_1 + Q_2 = 0,$$

ce qui nécessite, pour ces deux cycles

$$J_1 = J_2.$$

Ceci nécessite la constance de J pour un cycle absolument quelconque.

15. — On peut encore faire une autre hypothèse permettant peut-être de mieux analyser les conditions imposées par le but à atteindre.

Les raisonnements que nous avons faits permettent de démontrer que J ne dépend que de la température pour les cycles réversibles. Pour pouvoir introduire les cycles irréversibles, il faut énoncer une hypothèse nouvelle. La plus simple est celle-ci : J est le même pour un cycle irréversible et pour un cycle réversible fonctionnant entre les mêmes températures. Cette hypothèse va nous permettre de démontrer le premier principe dans toute sa généralité, c'est-à-dire sous la forme de la constance absolue de J .

Ajoutons, en effet, à notre hypothèse, la possibilité du passage spontané de la chaleur d'un corps chaud sur un corps froid sans travail (ce qui paraît bien contenu dans la définition de température et dans la définition de la quantité de chaleur), et comparons deux cycles t_1 , t_2 , t'_1 , t'_2 à un troisième t_c , t_c , tel que

$$t_c < t_1 \quad \text{et} \quad t'_1$$

$$t_c < t_2 \quad \text{et} \quad t'_2.$$

Soient pour les cycles (1) et (2), T et T' les travaux effectués, Q_1 , Q_2 , Q'_1 , Q'_2 les quantités de

chaleur échangées avec les sources. Nous pouvons restituer aux sources à t_1 et t'_1 , t_2 et t'_2 les quantités de chaleur empruntées en faisant passer directement les quantités de chaleur Q_1 et Q'_1 de t_c sur t_1 et t'_1 , Q_2 et Q'_2 de t_2 et t'_2 sur t_r . Nous obtenons ainsi deux cycles irréversibles ayant fonctionné entre les mêmes températures extrêmes t_c et t_r . Comme le passage des quantités de chaleur de t_c à t_1 et t'_1 , de t_2 et t'_2 à t_r n'a nécessité aucun travail, le rendement de ces deux cycles est le même. Mais ces cycles sont aussi des cycles ayant fonctionné entre les températures t_1 et t_2 , t'_1 et t'_2 . La quantité de chaleur transformée en travail est la même dans les deux cas. Par conséquent J ne dépend pas des températures entre lesquelles fonctionne le cycle. Et comme nous avons admis que J était le même pour un cycle réversible et un cycle irréversible fonctionnant entre les mêmes températures, il en résulte bien la constance absolue de J .

L'hypothèse relative à la constance de J pour les cycles réversibles et irréversibles fonctionnant entre les mêmes températures n'est nouvelle que pour les transformations absolument irréversibles de la troisième catégorie, car on peut démontrer cette hypothèse pour les transformations de la seconde catégorie. En effet, pour toutes les transformations de cette catégorie il existe un procédé P permettant de les rendre réversibles. Or, par définition même du but du procédé P , le caractère de ce procédé doit être de pouvoir être utilisé sans nécessiter aucune dépense de travail. En effet, si la mise en œuvre du procédé P nécessitait une dépense de travail (empruntée au milieu extérieur), l'utilisation de ce procédé n'offrirait aucun intérêt. La dépense d'énergie qu'il aurait provoquée remplacerait seulement toute dépense d'énergie nécessaire pour obtenir, par un moyen quelconque, le retour à l'état initial d'un système ayant évolué irréversiblement. On peut donc imaginer que tout cycle irréversible est rendu réversible sans modification du travail extérieur produit par ce cycle, c'est-à-dire par simple échange de chaleur entre les thermostats pris deux à deux (et quel que soit le sens de la différence de température). On peut alors faire à nouveau tous les raisonnements avec des cycles réversibles et irréversibles ayant fonctionné entre les mêmes températures ou entre des températures différentes. L'utilisation du procédé P permet alors de démontrer (comme nous l'avons fait plus haut) la constance absolue de J , sans aucune hypothèse nouvelle.

Mais cette suite de déductions ne contient-elle pas en elle-même et dans tous les cas, l'hypothèse générale du § 13?

Ecrire que la quantité de chaleur qui passe spon-

tanément du corps chaud sur le corps froid (ou inversement, du corps froid sur le corps chaud, grâce à l'emploi du procédé P) est la même pour les deux corps en l'absence de travail extérieur, c'est en effet, écrire pour deux thermostats la condition générale excluant le cas

$$T = 0 \quad Q \neq 0.$$

Par conséquent, une seule hypothèse est nécessaire et suffisante pour démontrer la constance absolue de J . Cette hypothèse est d'ailleurs implicitement contenue dans toute définition de la quantité de chaleur échangée entre deux sources, c'est-à-dire dans toute *notion de mesure* de quantité de chaleur.

16. — Pour terminer cette étude, examinons un exemple concret. Considérons un fluide isolé contenu dans un cylindre muni d'un piston. La condition d'équilibre de ce fluide est que sa pression soit uniforme ainsi que sa température. Pour que ce fluide subisse une transformation réversible il convient qu'il soit mis en contact avec des thermostats à des températures infiniment voisines de la sienne et que le mouvement du piston soit infiniment lent (et sans frottement) de telle manière que la pression dans le cylindre reste constamment uniforme. Si le fluide évolue en suivant une transformation réversible fermée, il pourra revenir à son état initial sans qu'il subsiste à l'extérieur aucune modification soit sous forme de poids montés ou descendus, soit sous forme de chaleur cédée ou reçue par un thermostat. Mais supposons qu'il n'en soit pas ainsi et que le fluide se soit, par exemple, répandu, sans travail extérieur, à l'intérieur d'une enceinte plus grande, à la faveur d'un trou percé dans la paroi du cylindre. Pour ramener le fluide à son état initial, c'est-à-dire pour le ramener à la même température et au même volume, il faudra 1° comprimer le fluide, ce qui correspond à une descente des poids donc $T < 0$; 2° ramener le fluide à sa température initiale malgré la compression, ce qui nécessite l'absorption d'une certaine quantité de chaleur par un thermostat; donc $Q > 0$.

On retrouve bien le résultat démontré précédemment; pour une transformation fermée non réversible, T et Q gardent toujours chacun leur signe et ne sont pas nuls.

Remarquons enfin que l'intervention de démons de MAXWELL, après la détente de JOULE, pourrait spontanément — et sans dépense d'énergie — faire rentrer tout le fluide à l'intérieur du cylindre où il était primitivement contenu. Cette opération rendrait bien réversible la transformation non réversible considérée.

III

PRINCIPE DE CARNOT

1. — Quand un système isolé a subi une transformation irréversible, il a subi une modification indélébile. Il ne peut plus revenir spontanément à son état initial; il obéit à un principe d'évolution¹.

La notion de réversibilité conduit au théorème de CARNOT qui s'exprime par une égalité; l'étude du cas opposé; c'est-à-dire celui de l'irréversibilité, conduit au second principe qui se traduit par une inégalité. La démonstration du théorème de CARNOT aboutit, en effet, pour le cas de l'irréversibilité, à l'une des deux inégalités

$$T > 0, \quad Q < 0$$

ou

$$T < 0, \quad Q > 0.$$

Le choix de l'inégalité est déterminé par une seule expérience. C'est cette inégalité qui constitue le principe de CARNOT. Elle s'applique à toutes les transformations irréversibles, quelle qu'en soit la nature : qu'elles appartiennent aux transformations de seconde ou de troisième espèce.

1. J. PERRIN : *Les Principes*, p. 141.

IV

CONCLUSION

Quand, dans un système, on peut imaginer, à côté de transformations absolument réversibles, l'existence de transformations nécessitant, pour devenir réversibles, la mise en œuvre de certains procédés particuliers, on obtient une partie des lois du système en appliquant à ses transformations les raisonnements thermodynamiques que nous avons faits. Les lois que l'on obtient ainsi s'expriment sous forme de théorèmes semblables à celui de CARNOT.

Ces théorèmes résultent uniquement de la différence que l'on est conduit à faire entre les transformations qui se font en conservant continuellement le système dans un état infiniment voisin de l'état d'équilibre, et les transformations pendant lesquelles le système a évolué sans être constamment en état d'équilibre. Cette différence correspond à une réalité physique à laquelle notre esprit est instinctivement adapté. Aussi évidente qu'elle puisse paraître, elle constitue cependant une hypothèse qui doit être explicitement énoncée.

Max Morand,

Professeur à l'Université de Liège*

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences physiques

Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften. — t. IX, 340 pages, édité par la Direction des Naturwissenschaften, chez J. Springer, à Berlin, 1930 (Prix : 28 RM).

On sait que l'importante revue scientifique « Die Naturwissenschaften » publie annuellement un volume de mémoires destinés à résumer l'état général de nos connaissances sur les sujets les plus actuels. Le présent volume est le tome IX de la collection. Il comporte six fascicules dont chacun est consacré à une question théorique ou expérimentale de Physique ou de Géophysique. Le premier de ces fascicules, qui a pour auteur F. Becker, traite des masses interstellaires et de l'absorption de la lumière des étoiles dans l'espace cosmique. Le second, dû à J. Bartels, contient une démonstration par voie géophysique des changements d'intensité du rayonnement solaire. Un travail particulièrement intéressant, dû à E. Rupp, et où les recherches originales de l'auteur jouent un grand rôle, est consacré aux expériences sur la diffraction des électrons, qui constituent la vérification la plus saisissante des hypothèses ondulatoires de L. de Broglie. Un long article d'une centaine de pages, est écrit par M. Houtermans pour faire connaître l'état actuel de la physique des noyaux (radioactivité, désintégration, isotopie, etc.). Malgré sa riche documentation et son caractère critique très poussé, ce travail ne fait guère ressortir que les difficultés et les contradictions du sujet. F. Simon, un élève de Nernst, résume dans une intéressante étude l'ensemble des résultats acquis durant 25 ans sur le théorème thermodynamique de Nernst. Enfin K. Kohl expose l'état actuel de la question des ondes entretenues ultracourtes, avec une bibliographie assez complète et assez impartiale. Comme on le voit, ce nouveau volume des « Ergebnisse » ne le cède ni en intérêt, ni en variété à tous ceux qui l'ont précédé.

L. B.

**

Dirac (P.A.M.). — Die Prinzipien der Quantenmechanik. — 1 vol. in-8° de 274 p., édité par Hirzel, Leipzig, 1930 (Prix : 18 m.). Traduction allemande par W. Bloch.

Le livre de Dirac sur les Principes de la Mécanique quantique vient de paraître presque simultanément dans l'original anglais et dans la traduction allemande. Cette traduction, œuvre de W. Bloch, a été revue de très près et rectifiée sur divers points par Dirac lui-même, de sorte qu'elle a très sensiblement la même valeur que l'original. Elle n'en diffère que par quelques détails de notation ou de typographie destinés à satisfaire les habitudes du lecteur allemand. Le physicien français aura donc le choix

de lire le travail de Dirac, soit dans l'original anglais, soit dans la traduction allemande. Il devra naturellement se priver du plaisir de posséder une édition française.

Un ouvrage de l'importance de celui de Dirac ne doit pas être confondu avec les travaux de seconde main que la Mécanique quantique a suscités si abondamment depuis deux ans. C'est avant tout l'exposé des idées originales de l'auteur, beaucoup plutôt qu'une compilation des résultats qu'on trouve aujourd'hui partout. A cet égard il faut savoir gré à M. Dirac de ne pas avoir exclusivement orienté son ouvrage vers les questions auxquelles il a apporté lui-même des contributions si importantes (spin de l'électron, atomes dans le champ de radiation, etc.), mais d'avoir gardé pour son exposé un cadre très général, où les principes ont plus de place que les applications. Mathématicien plus encore que physicien, M. Dirac a consenti à écrire son livre pour des lecteurs qui peuvent être plus physiciens que mathématiciens. Les quelques exemples qu'il donne et les applications qu'il traite sont choisis parmi les plus simples et suffisent à éclairer le lecteur sur la portée véritable des idées nouvelles.

Le trait caractéristique de l'œuvre de Dirac est le rôle essentiel qu'il assigne aux symboles et à leur calcul. Au lieu de développer, comme le fait la Mécanique des matrices, un calcul formel très compliqué portant sur les nombres de l'algèbre ordinaire, M. Dirac introduit des symboles nouveaux pour dénoter des entités physiques nouvelles telles que les « états » (b) ou les « observables » (a). Les règles de calcul auxquelles il soumet ces symboles sont très simples, mais généralement différentes de celles que suit l'algèbre ordinaire (multiplication non commutative). A l'aide de « représentations » convenablement choisies on peut leur faire correspondre des ensembles de nombres algébriques ordinaires (matrices d'Heisenberg). Mais M. Dirac préfère, pour toutes les applications de la théorie des quanta, laisser jouer un calcul purement symbolique, dont l'abstraction nous déconcerte d'abord, mais dont l'élégance simplifiée finit par séduire.

Après avoir traité dans les quatre premiers Chapitres de l'Algèbre symbolique des états et observables et de la représentation par les fonctions propres, M. Dirac aborde la théorie des transformations, qui est au cœur même de sa synthèse. Il applique ensuite ses idées les plus générales au cas d'un mouvement réagi par une fonction hamiltonienne, et il pose les conditions de quanta comme conséquences de ses conventions sur les symboles. Des exemples particuliers (paquet d'ondes, oscillateur, électron avec spin, etc.) font mieux saisir ce passage de l'algèbre nouvelle aux relations physiques. Des chapitres très importants sont consacrés au mouve-

ment dans un champ de forces centrales (moment de rotation, règles de sélection, effet Zeeman) à la théorie des perturbations, aux problèmes de choc, aux configurations formées de plusieurs particules semblables (états symétriques et antisymétriques, les permutations considérées comme des « observables »), à la théorie du rayonnement et à la théorie relativiste de l'électron.

Il serait vain de nier que la lecture de ce livre exige beaucoup d'application et d'abstraction. Mais le lecteur qui fera cet effort en sera récompensé en trouvant partout une logique rigoureusement systématique et une clarté très remarquable. Il n'est pas sûr que la forme donnée par M. Dirac à la Mécanique quantique soit vraiment définitive, mais il est sûr que depuis l'exposé de M. Weyl il n'a pas paru sur cet ensemble de questions de synthèse plus complète et plus originale. Soit en anglais, soit en allemand, ce livre trouvera sa place dans la bibliothèque de tous les physiciens français.

L. B.

Mellor (J.W.), Dr Sc., F.R.S. — A Comprehensive Treatise on inorganic and theoretical Chemistry. — Vol. X : Soufre et Sélénium, 938 pages avec 217 diagrammes. Londres, New-York et Toronto (1930), chez Longmans, Green et Cie.

Voici le 10^e volume du magistral traité de chimie minérale de Mellor, dont le premier (Hydrogène et Oxygène) a paru en 1922. L'étude du Soufre et du Sélénium ainsi que de leurs composés, qui occupe tout le dixième volume, est aussi soignée et poussée que celles qui la précèdent : bibliographie très documentée, histoire du sujet, répartition géographique des minerais ; propriétés chimiques les plus nouvellement étudiées, propriétés physiques vues sous les aspects et avec les méthodes les plus modernes (spectre de rayons X, courant photo-électrique, etc.) ; le tout accompagné de nombreux dessins et courbes.

Les propriétés électriques du Sélénium, dans leur rapport avec la lumière, occupent naturellement une place importante.

En résumé, cette collection, à laquelle il ne manque plus que deux volumes, constituera pour le physicien, comme pour le chimiste, pour le scientifique pur comme pour l'industriel, un outil de premier ordre.

Auguste HOLLARD.

Kronig (R. de L.). — Band spectra and molecular structure. — 1 vol in-8^e de 160 pages, édité à la Cambridge University Press, 1930. (Prix : 10 sh. 6.)

Parmi les volumes d'actualités en Physique que ne cesse de publier avec succès la Cambridge University Press, nous signalons comme d'un intérêt particulier le petit livre de Kronig sur les spectres de bandes. On sait quelle est l'importance de ce sujet, dont la portée dépasse de beaucoup le domaine de la Physique moderne tout entière et sur une partie

la Physique moderne tout entière et sur une partie essentielle de la chimie. L'attrait particulier qu'il présente est l'intime union des résultats expérimentaux et de la théorie. L'analyse si difficile des spectres moléculaires constitue un travail expérimental de haute envergure et son interprétation fait appel aux résultats les plus raffinés de la mécanique ondulatoire. Disons même que celle-ci, malgré les solutions de première approximation qu'elle a données à un grand nombre de problèmes spectroscopiques, a encore beaucoup à attendre, pour son propre perfectionnement, des recherches de précision qui se développent en ce moment dans le domaine des spectres de bandes.

Le manque total en France de tout exposé relatif à cette importante question, l'absence de tout enseignement systématique s'y référant, donnent encore plus de prix à un ouvrage relativement simple et succinct comme celui de Kronig. Le lecteur français qui voudra en tirer tout le profit devra commencer par s'initier sommairement au côté expérimental de la question, en se rapportant par exemple aux excellents résumés de Mecke ou de Ruedy. L'ouvrage de Kronig est orienté en effet surtout du côté théorique. On ne saurait en blâmer l'auteur dont la prédilection pour le point de vue théorique est connue, et qui a su la justifier par des découvertes personnelles fort importantes dans les questions de structure moléculaire. On sera agréablement surpris de voir qu'un théoricien de cette valeur n'a mis dans son livre que le minimum de calculs et qu'il n'emprunte à la mécanique quantique que ses résultats. Les démonstrations, partout où elles sont nécessaires, ont été néanmoins exprimées clairement dans des paragraphes notés d'un astérisque qu'il est loisible de passer en première lecture.

Le développement très restreint donné à l'ouvrage n'a naturellement permis à M. Kronig que de traiter les questions essentielles. Mais ceci est toujours fait avec une netteté et une clarté d'exposition qui seront les bienvenues auprès du lecteur. Après un premier chapitre de généralités sur les niveaux d'énergie des molécules diatomiques et leur classification à l'aide de nombres quantiques, l'auteur expose dans un second chapitre très condensé, mais très approfondi, les questions de structure fine, de multiplicité, l'influence du spin, et la classification fondamentale en niveaux pairs ou impairs, symétriques ou antisymétriques. Nous avons été particulièrement satisfaits de la lecture du chapitre III, où l'on trouve énoncées et démontrées d'une façon beaucoup plus systématique et en même temps plus claire que partout ailleurs les règles de sélection valables dans les spectres de bandes (avec indication de leurs limites de validité). Le chapitre IV nous fait quitter le domaine quantique de la molécule isolée pour nous conduire à l'interprétation des propriétés macroscopiques des gaz moléculaires. Des paragraphes parfaitement au courant des derniers résultats de la science nous permettent de comprendre comment la mécanique quantique est à la base des théories

modernes de la dispersion, de la diffusion, de l'effet Raman, des phénomènes de Kerr et de Faraday, de la constante diélectrique, de la susceptibilité magnétique, des chaleurs spécifiques. Le dernier chapitre donne un aperçu très heureux des théories modernes de Heitler et London, Hund, Hylleraas, etc..., sur la formation des molécules homopolaires et hétéropolaires et sur l'origine de l'affinité chimique. L'ensemble de l'ouvrage est rédigé d'une façon hautement compétente et ne pourra manquer de frapper par son intérêt le lecteur français.

L. B.

**

Mott (N.-F.). — An Outline of Wave Mechanics (*Esquisse de la Mécanique ondulatoire*). — 1 vol. in-8° de 160 p. édité à la Cambridge University Press, 1930 (Prix : 8 sh. 6).

Ce petit livre vient s'ajouter à la collection déjà très nombreuse des exposés généraux concernant la mécanique quantique. Reconnaissons-lui tout de suite le mérite de ne pas se perdre dans les développements de calcul, comme le font tant de traités prétendus élémentaires. C'est la mise au point d'un cours professé devant les étudiants de l'Université de Manchester, et l'auteur s'est efforcé d'être intelligible pour l'étudiant cultivé et le travailleur expérimental. L'ancienne théorie des quanta est naturellement supposée connue et est laissée en dehors du cadre de l'ouvrage. C'est surtout le maniement des méthodes nouvelles créées par Schrödinger et Heisenberg que M. Mott a voulu rendre accessible au lecteur. Les sujets traités sont choisis parmi les plus simples et ceux dont l'assimilation est la plus facile : ondes et corpuscules, équation des ondes, vitesse de groupe et principe d'indétermination, théorie des états stationnaires, absorption de la radiation, l'atome d'hélium et la molécule d'hydrogène, le spin de l'électron et le principe d'exclusion. L'ouvrage est écrit avec clarté et méthode, il sera utile à tous ceux qui veulent s'initier aux procédés de la Mécanique quantique.

L. B.

2° Sciences naturelles.

Bruttini (Prof. Arturo), Ex-Chef de Service pour la Sylviculture à l'Institut international d'Agriculture de Rome. — Dictionnaire de Sylviculture. — 1 vol. in-4° de 384 p. (Prix : 100 fr.). Paul Lechevalier, éditeur, Paris, 1930.

Cet important ouvrage, 4^e volume de l'Encyclopédie Economique de Sylviculture, outre le texte français, indique le titre de chaque article en allemand, anglais, espagnol et italien. Il contient 1.600 termes, expliqués, sur la forêt tempérée et tropicale, sa culture, son exploitation, sa protection, avec toutes les applications des sciences à la Sylviculture : botanique, chimie, entomologie, géologie, législation, mécanique, pathologie, physiologie, physique, zoologie, etc.

Les arbres et arbustes sont particulièrement dé-

crits avec le nom de famille, les différentes espèces, le lieu d'origine et les principaux produits qu'ils fournissent.

Ce dictionnaire, avec les nombreux renseignements qu'il contient, est une nouveauté intéressante qui pourra être très utile à tous ceux qui, à quelque titre que ce soit, s'intéressent à la Sylviculture et à tout ce qui s'y rapporte.

D^r G. D.

3° Sciences médicales

Roman (D^r Emile). — Le Bacille tuberculeux, Polymorphisme et Position systématique. — 1 vol. in-8° de 606 p., 55 fig. Edition du Service photographique de l'Université, Lyon, 1930.

Ce livre, avec ses 890 références bibliographiques, est un véritable compendium de la question du Bacille tuberculeux qui a provoqué tant de travaux, motivé tant de théories ; le sujet se rattache d'ailleurs à celui du polymorphisme des bactéries en général, de leur place systématique, c'est-à-dire que sa portée dépasse de beaucoup l'étude d'une espèce, qui offre d'ailleurs un intérêt particulier.

Cet ouvrage est présenté avec un soin typographique qui fait honneur au Service photographique de l'Université de Lyon.

Il est divisé en trois parties :

I. — Variations morphologiques du parasite de la tuberculose ;

II. — Reproduction ;

III. — Position systématique.

Dans la première partie, l'auteur arrive à distinguer neuf formes du parasite dont il étudie l'aspect extérieur et la structure ; à la lumière de la morphologie comparée, il en établit la valeur biologique et systématique.

La forme bacillaire acido-résistante ou Bacille de Koch représente l'élément végétatif le plus fréquent. On la retrouve dans la plupart des lésions et dans les cultures sur milieux riches ; ces formes se retrouvent quand le Bacille végète en processus d'inanition (eau distillée, blocs de plâtre). L'auteur en fait l'étude cytologique ; il n'a pas réussi à révéler l'appareil nucléaire, les corpuscules chromophiles ou granulations de Much lui paraissent très voisins des corpuscules métachromatiques et représentent vraisemblablement des substances de réserve. Le Bacille de Koch offre de grandes similitudes avec les microorganismes répandus dans la nature, que l'on connaît sous le nom de « Bacilles acido-résistants », ainsi qu'avec les segments bacillaires de certaines Actinomycètes.

Les bâtonnets décrits comme formes bacillaires non acido-résistants comprennent probablement des Bacilles de Koch jeunes et des micro-organismes de contamination.

Les formes géantes peuvent présenter des ramifications vraies. Des formes analogues ont été signalées, non seulement chez les Actinomycètes, les « acido-résistants », et les Corynebactéries, mais encore chez des Bactériacées, des Bacillacées, des Coccacées, des Spirillacées, des Myxobactériacées.

Sous le nom de formes actinophytiques, l'auteur désigne les corps en massue observés dans des lésions analogues aux grains jaunes de l'actinomycose. Les inoculations réalisées dès 1911 avec des Bacilles de Koch tués, puis avec des corps inorganiques pulvérisés ont démontré que les tissus de l'hôte interviennent dans leur constitution.

La plupart des éléments décrits comme formes levures représentent des impuretés. Il en est de même des formes moisissures.

Plusieurs auteurs ont attribué des fonctions régénératrices à certaines formations amorphes et en particulier au réticulum cyanophile de Bezançon et Philibert. Il ne semble pas que ces productions soient vivantes et il n'y a pas lieu d'admettre chez le parasite de la tuberculose l'existence d'un stade symplasme.

Les formes granulaires représentent le plus souvent des corpuscules chromophiles libérés; elles peuvent apparaître au cours de la bactériolyse et se retrouvent souvent dans les organes où l'activité leucocytaire est intense. L'auteur regarde la plupart d'entre elles comme des produits de la désintégration des Bacilles.

Les formes filtrables, qui paraissent nettement différentes des précédentes par leur taille, sont susceptibles de régénérer des Bacilles de Koch.

Dans la seconde partie, l'auteur examine tout d'abord les processus de multiplication végétative; parmi eux, on doit retenir la division scissipare des formes bacillaires et la dissociation des formes géantes en segments courts.

Les corpuscules chromophiles n'interviennent pas dans la reproduction; les formes filtrables représentent probablement des éléments reproducteurs; certains faits portent à croire qu'il peut exister aussi une reproduction par des conidies analogues à celles des Actinomycées.

Comme la cytologie n'a pas encore fourni un système définitif des Thallophytes, l'auteur, d'accord avec M. le Professeur Guiart, a préféré s'en tenir à la classification basée sur la présence ou l'absence de la chlorophylle. Dans ces conditions, il convient de ranger les Bactéries dans le grand embranchement des Champignons. Le parasite de la tuberculose est donc un Champignon, de l'ordre des Bactéries. Avec les « acido-résistants », il forme un genre homogène, très proche de la famille des Actinomycées.

Pour nous, les efforts réitérés auxquels se livrent les bactériologistes médecins pour rejeter certaines bactériacées, tout au moins, des Algues dans les Champignons, nous semblent un peu vains. Le grand botaniste Sachs, dans la quatrième édition de son *Lehrbuch*, nous avait donné, il y a longtemps, une leçon, en supprimant, sans plus, dans sa classification des Thallophytes, les classes distinctes des Algues et des Champignons, pour faire un groupe unique

comprenant deux séries parallèles d'organismes, les uns chlorophylliens, les autres sans pigments, les Champignons n'étant, disait-il, que des Algues ayant perdu la chlorophylle du fait de la vie saprophytique ou parasitaire; là est sans doute la vérité.

Quoi qu'il en soit, l'auteur a vérifié par une étude personnelle le plus grand nombre des faits dont il parle; il a mis en œuvre des connaissances de naturaliste plus grandes qu'il n'arrive généralement pour l'étude de ces pathogènes des animaux. Il pousse peut-être parfois la conscience à l'excès en s'appesantissant sur des hypothèses concernant la morphologie ou la reproduction qui décèlent par trop un manque de connaissances scientifiques suffisantes chez leurs auteurs.

Un tel travail, élaborant tant de documents, remuant tant de théories émises et groupant avec clarté d'innombrables données éparses, rendra de véritables services. L'auteur doit en être loué.

J. BEAUVÉRIE,

Professeur à la Faculté des Sciences de Lyon.

4^e Sciences diverses

Popp Serboianu (C. J.), *Professeur au Séminaire de Blaj (Roumanie)*. — **Les Tsiganes**. — 1 vol. in-8^o de 400 pages avec planches de la Bibliothèque scientifique (Prix : 40 francs). Payot, éditeur, Paris, 1930.

Cet ouvrage est divisé en deux parties.

La première, et la plus courte, est consacrée à l'histoire et à l'ethnographie des Tsiganes.

Les opinions sur l'origine de ce peuple sont très diverses; on n'est à peu près d'accord que sur deux points : c'est qu'il est venu d'Asie et qu'il est arrivé vers 1417 en Europe, où il s'est rapidement répandu dans toutes les contrées. Aujourd'hui, Guido estime leur nombre à 780.000 en Europe (dont la majorité en Roumanie, Hongrie et Turquie) et à 2.000.000 dans le reste du monde; mais d'autres auteurs indiquent des chiffres sensiblement plus élevés.

Les Tsiganes ont été persécutés pendant plusieurs siècles dans la plupart des pays; en Roumanie, ils ont été réduits en esclavage jusqu'en 1830. C'est dans ce pays que l'auteur les a étudiés surtout; il donne de curieux renseignements sur les métiers qu'ils exercent, leurs traditions, leurs conceptions religieuses, leur art musical, leurs mœurs (caractérisées en particulier par la pratique courante du mensonge et du vol, la mendicité, le rapt d'enfants, la falsification de la monnaie, l'ivrognerie, le tabagisme) et leur vie privée.

Le reste de l'ouvrage (plus de 300 pages) constitue une étude sur la langue des Tsiganes, avec grammaire, guide de conversation, dictionnaire et tableaux comparatifs.

V. A.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 21 Juillet 1930.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. G. Bigourdan : *Les stations astronomiques de Châtillon-sous-Bagneux.*

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — MM. M. Aubert et R. Duchêne : *Sur la propagation de la combustion dans les mélanges carburés.* — MM. G. Bruhat et J. Terrien : *Absorption comparée des acides tartriques actifs et racémiques en solution aqueuse.* Depuis $\lambda = 2.653$ jusqu'à $\lambda = 2.400 \text{ A}$, si les solutions d'acide racémique absorbent la lumière d'une autre façon que les solutions des acides actifs, les écarts sont inférieurs à 4 ou 5 pour 100 dans un sens ou dans l'autre, et la moyenne des résultats obtenus indique que les absorptions sont pratiquement identiques. Les mesures d'absorption confirment ainsi le résultat, déduit par Darmon de mesures polarimétriques, de la non-existence des molécules d'acide tartrique racémique en solution. — M. Daniel Chalonge : *Sur le mécanisme de la molécule d'hydrogène.* — M. H. Ollivier : *Recherche de la variation thermique du pouvoir rotatoire magnétique spécifique dans les cas du nitrate de cérium et du chlorure de nickel.* — M. F. Joliot : *Sur la détermination de la période du radium C' par la méthode de Jacobsen.* Expériences avec le thorium C'. Les expériences faites par l'auteur avec le RaC' et le ThC' ne font apparaître aucun intervalle de temps appréciable entre le départ de l'électron nucléaire accompagné du recul correspondant et l'émission du quantum. — M. Horia Hulubei : *Sur l'obtention d'hydrogène très pur et en quantités notables à l'aide d'un osmorégulateur électrolytique à palladium.* — M. Picon : *Sur la solubilisation de quelques sels métalliques de l'acide camphocarbonique dans les dissolvants organiques.* Quelques camphocarbonates neutres anhydres préalablement desséchés dans le vide d'une pompe à vapeur de mercure en présence d'anhydride phosphorique et insolubles dans les dissolvants organiques deviennent, après traitement à la benzine bouillante, très fortement solubles dans les dissolvants organiques. Ce changement de propriété physique semble dû à une différence par des traces de benzine également adsorbées. Les sels de cuivre, calcium, zinc, plomb et le dicamphomercure se conduisent ainsi. — Mlle M. Montagne et B. Castéran : *Action de l'hypobromite de potassium sur quelques amides trisubstituées.* L'action de l'hypobromite de potassium sur les amides primaires trisubstituées en α par des groupements gras ou aromatiques les transpose en isocyanates avec un excellent rendement ; ces isocyanates fournissent quantitativement les amines primaires de dégradation qui seraient difficiles à préparer par une autre voie. Par suite la dégradation d'Hofmann qui, avec les amides en chaîne normale se complique à partir de C7 de réactions secondaires nuisibles, s'applique parfaitement aux amides α trisubstituées, quel que soit leur poids moléculaire.

SCIENCES NATURELLES. — M. Jean Gubler : *Sur la struc-*

ture géologique dans le centre du Cambodge. Des dépôts d'âge inconnu, représentant peut-être une série dévonocarbonifère, ont été intensément plissés ; ces mouvements, que l'auteur assimile au cycle hercynien, ont été suivis par des intrusions de gabbros et autres roches éruptives mélanocrates. Cette ébauche hercynienne fut alors pénétrée et ce n'est qu'au Permien que la mer reprit possession de la région pour y déposer les calcaires à Fusulines. Une deuxième phase orogénique plissa énergiquement ces calcaires rigides du Permien dont bientôt l'érosion s'empara pour former *in situ* des dépôts grossiers et des conglomérats qu'un dernier plissement posthume affecta. C'est donc sur un relief accidenté que se sont accumulés les dépôts continentaux des grès secondaires. Dans ce pays désormais stabilisé, sont montés alors des granites et des rhyolites, puis des basaltes récents ont envahi localement un relief préexistant que l'érosion actuelle n'a fait que reprendre. — MM. A. Maria, M. Blumenthal et P. Fallot : *Comparaison stratigraphique entre l'extrémité occidentale des zones bétique et pénébétique d'Andalousie et le Nord de l'arc de rifain.* On admettait en général, théoriquement la continuité entre le Rif et la chaîne bétique. Hormis le fait que le Bétique de Malaga est très généralement accompagné de calcaires à Alvéolines, encore inconnus dans le nord du Rif, les observations des auteurs confirment ces vues et établissent objectivement l'existence d'analogies, et même d'identité, de part et d'autre du détroit, entre le Flysch andalou et celui des Andjeras, entre le Jurassique lié au Bétique ou Pénébétique, et le Jurassique de la chaîne calcaire du Rif, et surtout, entre le Paléozoïque du Bétique de Malaga, élément structural supérieur de l'édifice bétique, et le Paléozoïque rifain. — M. Louis Besson : *La variation diurne de la pluie à Paris.* La variation diurne de la pluie est due à deux causes différentes : les courants de convection diurne et le refroidissement nocturne. Les premiers produisent les averses et varient comme l'intensité de la pluie. Le second, qui donne des précipitations plus durables, semble en rapports avec le degré de persistance de la pluie. Suivant la direction du vent, l'une ou l'autre de ces deux causes prédomine. — M. et Mme H. Labrousse : *Relation entre certaines composantes périodiques de l'activité solaire et de l'amplitude diurne de la déclinaison magnétique.* — M. Cuvreur : *Note préliminaire sur la structure des coquilles de Gastropodes.* Dans l'ensemble, le test est un tissu calcaire : l'élément minéral y est étroitement solidaire de la trame organique, et quand l'ensemble se fossilise on peut retrouver dans la matière transformée, dans la silice d'un silex, par exemple, maints détails anatomiques. L'architecture du test des Gastropodes est soumise à quelques lois générales, exposées dans la présente note. — MM. Alb. J. J. Vandevelde et Alfr. Verbelen : *Nouvelles recherches biochimiques sur la terre.* — M. L. Blaringhem : *Hérédité des phases de l'ouverture des fleurs chez les Pavots.* L'auteur a observé, chez deux

variétés de Pavots, du groupe *somniferum*. *Papaver setigerum* DC., et *P. Mursellii* Hort. la régularité et l'homogénéité de l'ouverture et des mouvements des boutons floraux, différents, d'ailleurs dans ces deux cas. L'hybride réalisé entre ces deux lignées, uniforme en première génération et assez fertile, possède des étamines renfermant toujours du pollen avorté. En même temps apparaissent chez ces hybrides, des divergences individuelles dans les mouvements qui précèdent l'ouverture des fleurs. Ces éléments d'irrégularité paraissent, et sont en fait, nettement liés à la formation et à la maturation hétérogène des pollens. — M. et Mme A. **Chauchard** : *Recherches sur la relation entre la vitesse fonctionnelle et la chronaxie*. Dans tous les cas examinés par les auteurs s'applique exactement la loi de Lapicque suivant laquelle la chronaxie varie en raison inverse de la vitesse fonctionnelle. Les expériences rapportées ayant été faites sur des animaux appartenant à des groupes aussi éloignés que les Mammifères, les Poissons, les Mollusques, montrent la généralité de cette loi. La méthode utilisée permet de séparer sur un même nerf des valeurs d'excitabilité correspondant soit à des vitesses fonctionnelles différentes, soit même à des fonctions distinctes. — M. **Raymond Hamet** : *Action physiologique comparée de l'aspidospermine et de la québrachine*. Alors que la québrachine inverse totalement l'action de l'adrénaline sur la pression carotidienne, l'aspidospermine, même aux doses léthales, se borne à diminuer l'action hypertensive et vasoconstrictive rénale de l'adrénaline. Les alcaloïdes de l'*Aspidosperma Quebracho blanco* doivent donc être rangés dans des groupes pharmacologiques différents. Les recherches de l'auteur permettent enfin de considérer les alcaloïdes totaux de cette Apocynacée comme susceptibles d'agir à la fois sur le système nerveux vague et sur le système nerveux sympathique, ce qui autoriserait une utilisation thérapeutique nouvelle de ces alcaloïdes. — MM. **G. Belloc**, **R. Fabre** et **H. Simonnet** : *Contribution à l'étude de l'activité biologique des stérols. Etudes des stérols de Plankton*. Des deux planktons étudiés, le premier, plankton d'été, est actif à 0,01 mgr., avant toute irradiation au brûleur à mercure, tandis que le second n'acquiert d'activité biologique que par irradiation. Toutefois, la provitamine D y est plus diluée que dans le premier cas, puisqu'il a fallu des doses de 0,10 mgr. pour constater l'effet antirachitique sur le Rat blanc. L'activité biologique des planktons est certainement fonction de nombreux facteurs, dont les principaux sont la luminosité, d'une part, et la nature zoologique, d'autre part. La présence de principe antirachitique dans l'alimentation des Poissons n'exclut d'ailleurs pas l'hypothèse du pouvoir d'activation propre de certains organes de ces animaux ou l'intervention des radiations lumineuses. — Mme **Y. Khouvine**, **MM. E. Aubel** et **L. Chevillard** : *Action du fluorure de sodium sur la transformation de l'acide pyruvique en acide lactique*. — MM. **H. Colin** et **E. Guéguen** : *La constitution du principe sucré de Rhodymenia plamata*. Le principe sucré de *Rhodymenia plamata*, dont la concentration, à la saison chaude, peut dépasser 5 pour 100 du poids de l'algue fraîche, est un monogalactoside du glycérol. Son pouvoir rotatoire élevé, son hydrolyse par l'extrait de

levure basse à l'exclusion de l'émulsine, montrent qu'il s'agit d'un α -galactoside. Le brome l'oxyde difficilement, ce qui semble indiquer que le galactose est attaché à la fonction alcool secondaire du glycérol. On le rencontre, semble-t-il, dans de nombreuses Floridées, aussi les auteurs le désignent-ils sous le nom de *Floridoside*. — M. **F. Mesnil** : *Sur l'adaptation à l'homme des trypanosomes pathogènes de mammifères*. On a longtemps considéré les trypanosomes humains et les trypanosomes de mammifères comme relevant d'espèces différentes. L'expérience relatée dans la présente Note semble bien démontrer qu'un trypanosome d'origine animale tel que *Tr. brucei* peut s'adapter à l'homme. — M. **M. Marcille** : *Injection d'éther formolé dans les lymphatiques des tumeurs cancéreuses*. L'auteur injecte les pédicules lymphatiques de certains cancers, avant de les extirper, avec une masse dans laquelle il entre 5 pour 1.000 de formol en solution d'éther. Cette masse pénètre bien dans les voies lymphatiques; elle est colorée (chlorophylle ou violet de gentiane) pour pouvoir être suivie dans sa progression au travers des lymphatiques, afin de guider l'acte chirurgical; enfin elle contient une substance soluble dans l'éther (formol), capable de tuer la cellule cancéreuse, mais non dangereuse pour l'organisme. Il est possible, par l'injection d'une telle masse, de stériliser et de momifier les pédicules lymphatiques d'un organe atteint de cancer.

Séance du 28 Juillet 1930.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **Paul Delens** : *Sur la géométrie des cycles liés*. — M. **Jean-Pierre Robert** : *Formules limitées de médiation*. — M. **Bigourdan** : *L'observatoire de Courtanvaux à Colombes*.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — MM. **E. Mathias** et **G. Grenet** : *Variation diurne du champ électrique de l'air à l'Observatoire de la côte de Landais*. — M. **S. Sonoda** : *Résistance de rayonnement d'une petite antenne oscillant en demi-onde*. — M. **L. Brillouin** : *Les électrons dans les métaux et le rôle des conditions de réflexion sélective de Bragg*. — MM. **Jean Thibaud** et **F. Dupré-La Tour** : *Etude de cristaux α et β d'acides gras*. — MM. **J.-J. Trillat** et **A. Nowakowski** : *Sur l'orientation des acides gras en contact avec une phase liquide*. Il résulte des travaux des auteurs qu'il est possible, par la méthode de la goutte tangente, de suivre les divers facteurs qui règlent la formation des cristaux et l'orientation des molécules d'acides gras en contact avec divers liquides. Ils apportent une contribution nouvelle à l'étude de ces phénomènes physico-chimiques, si importants au point de vue des propriétés physiques, mécaniques et même chimiques des corps. — M. **Deslandres** : *Raies ultimes des corps alcalins et alcalino-terreux*. La note contient un tableau où sont énumérés 22 corps. Ces corps, dont les poids atomiques sont compris entre les nombres 1 et 200 montrent un lien étroit avec la fréquence 1.062,5 le strontium seul étant excepté. Cette fréquence a été présentée déjà comme rattachée à une cause nouvelle qui modifie l'intensité et même la position des raies spectrales; d'après l'étude présente, elle doit intervenir aussi dans la formation des niveaux d'énergie de l'atome, au moins pour les deux premiers

groupes de la série périodique. — **M. Georges-I. Costeau** : *Sur les piles à cathode de sodium*. — **M. Guy Emschwiller** : *Sur l'absorption de la lumière ultraviolette par les iodures d'alcoyle*. — **MM. Paul Pascal et Erling Botolfsen** : *Synthèse du méthane à partir de l'oxyde de carbone, et de la vapeur d'eau*. Quand on fait passer sur le carbonate de nickel un mélange d'oxyde de carbone et de vapeur d'eau en excès après l'y avoir chauffé vers 700° pour former la masse de contact, on observe en général la superposition de deux réactions limites. L'une d'elles fournit quantitativement le méthane : $4\text{CO} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{CO}_2 + \text{CH}_4 + 81 \text{ calories}$. Le catalyseur permet aux basses températures la transformation quantitative du quart de l'oxyde de carbone en méthane, tandis qu'aux températures plus élevées, il tend, avec un moindre succès, à fournir de l'hydrogène. — **Mlle L. Popovici** : *Sur l'acide naphthyl- β -glyoxylique et quelques dérivés de cet acide*. — **M. Albert Saint-Maxen** : *Sur l'autoxydation de l'hydroquinone*. — **MM. Ch. Courtot et V. Oupéroff** : *Etude systématique de la condensation des monocétones aromatiques avec les amines aromatiques tertiaires sous l'action du chlorure d'aluminium*.

3° SCIENCES NATURELLES. — **M. Jean Lugeon** : *Ionisation et champ électrique à El Goléa ; l'éclair visible à 800 km. ; mirages en automobile ; condensation dans les dunes du Grand Erg*. Contrairement à ce qui a été observé au Mont Blanc, l'ionisation pour les ions des deux signes est plus forte de jour que de nuit au Sahara. Au cours d'une nuit calme, les auteurs observèrent un rideau phosphorescent, du haut du Ksar. Quelques éclairs firent découvrir, à l'intérieur de ce rideau, une vaste chaîne de montagnes qui ne pouvait être que le Grand Atlas, situé à 800 km. Il s'agit là d'un gigantesque mirage nocturne. Enfin l'auteur a observé un phénomène très net de condensation de la vapeur d'eau atmosphérique au revers d'une dune du Grand Erg. — **MM. René Girard et Robert Lemesle** : *Particularités structurales de l'axe floral du Ramondia pyrenaica Rich.*. La présente Note a pour but de signaler les particularités structurales de la hampe florale de *Ramondia pyrenaica* laquelle reste monostélisque. Cette structure offre certaines analogies avec celle du même organe de l'*Utricularia montana*. — **Mlle Lucienne George** : *Sur quelques particularités anatomiques des Gnetum*. Les *Gnetum* présentent un certain nombre de caractères anatomiques les rapprochant des Dicotylédones et les séparant nettement des Gymnospermes parmi lesquels la plupart des botanistes les rangent actuellement. — **M. L. Blaringhem** : *Influence des pollens sur les mouvements qui précèdent l'ouverture des fleurs chez les Pavots*. L'auteur a constaté, chez des lignées pures de *Papaver* du groupe *somniferum* et leur hybride partiellement stérile, que les mouvements des pédoncules des Pavots avant l'anthèse sont directement régis par l'activité des pollens renfermés dans ces étamines. Il en déduit comme conséquence, l'explication d'une particularité de la floraison des hybrides, constatée aussi chez les Lins, les Primevères et les Benoites, particularité troublante puisqu'elle paraît en contradiction avec une règle générale, à savoir :

l'uniformité des hybrides de première génération. — **M. Aug. Chevalier** : *Sur la Mycécécidie du Gynophore de l'Arachide*. Le manchon pileux du gynophore de l'Arachide est une Mycécécidie, une association symbiotique obligatoire qui permet à la plante de fixer de l'azote et de puiser à l'aide des poils absorbants du manchon, de l'eau chargée de solutions nutritives. Cette eau s'emmagasine pour les périodes de sécheresse dans des grands méats qui se forment de bonne heure dans le péricarpe du fruit. C'est sans doute à la symbiose des gynophores autant qu'à celle réalisée dans les nodosités ou bactéroécidies des racines que l'Arachide peut fixer des quantités considérables d'azote ; jusqu'à 300 kg. par hectare en trois mois, dans les sols semi-arides du Sénégal, formés de sable presque pur. — **MM. Ch. Grahier et P. Mathias** : *Sur la reproduction d'un Crustacé Phyllopode du groupe des Conchostracés (Cizicus cycladoides, Joly)*. — **M. Fernand Mercier** : *Sur un nouveau dérivé hydrosoluble du camphre et de la spartéine* : Le campho-sulfonate de spartéine. L'action diurétique expérimentale du campho-sulfonate de spartéine, observée par l'auteur, venant s'ajouter aux propriétés cardio-vasculaires intéressantes que ce sel tient de ses constituants, permet de penser que ce nouveau dérivé hydrosoluble du camphre et de la spartéine est susceptible d'utilisations thérapeutiques. — **M. M. Javillier et Mlle L. Emerique** : *Sur une méthode de purification du carotène et sur l'activité vitaminique d'un carotène purifié*. Un carotène qui a atteint le plus haut degré de pureté possible possède franchement des propriétés vitaminiques. Eprouvé physiologiquement, il agit, à dose faible, comme vitamine A. A la dose de 6/100 de milligramme *pro die* et par rat carencé d'environ 100 gr., il arrête la chute de poids, guérit la xérophtalmie et donne des reprises de croissance. Même à la dose de 3/100 de milligramme l'action curative est encore manifeste. — **M. J. Constantin** : *Accroissement de la résistance à la maladie par l'altitude*. On connaît l'influence de l'altitude sur la résistance du Caféier à *Hemileia castatrix* ; le Champignon parasite ne disparaît pas aux fortes altitudes, mais le Caféier prend le dessus. De même le climat alpin permet à la Pomme de terre de résister à l'enroulement que l'on rencontre parfois dans de telles stations. Il n'est en effet pas nécessaire qu'une maladie d'une plante cultivée disparaisse pour que l'altitude manifeste son effet, il suffit que la résistance du végétal qui lutte soit accrue : l'évaluation de la récolte le prouve. Il ne faut donc pas s'effrayer de la présence accidentelle de l'enroulement en montagne, pas plus que de l'existence de l'*Hemileia* à 2.000 m. d'altitude, au Kenya. Ce qu'il importe de savoir c'est si l'altitude augmente la résistance contre l'enroulement. Cela commence à apparaître par des études faites au Canada, en Ecosse, en Tasmanie, dans les monts de Moravie et dans l'Atlas. — **M. Edm. Sergent et H. Ducros-Rougebief** : *De la conservation dans la nature, en hiver, des Drosophiles porteurs de levures*. Les expériences des auteurs établissent que les Drosophiles qui se sont montrés pendant la belle saison propagateurs des levures à travers les vignobles, passent l'hiver dans les mêmes locaux où ils ont afflué au moment des vendanges ou de la rentrée des fruits,

locaux où sont gardées des substances fermentescibles, donc éminemment propres à la vie des levures. Ces expériences mettent en évidence, d'autre part, que la présence de ces insectes reste constante, à l'air libre, dans la campagne. Enfin elles démontrent que les Drosophiles d'hiver continuent, dans une large proportion à être porteurs de levures. — MM. **A. Leulier et P. Sédaillan** : *Sur l'affinité du bacille diphtérique pour le cuivre*. Le bacille diphtérique n'est pas influencé par de faibles doses de sulfate de cuivre et il possède la propriété de fixer ce métal dans de notables proportions qui ne se rencontrent guère dans d'autres organismes vivants. D'autre part, on retrouve dans la toxine floculée ce même métal, qui paraît entraîné par les nucléoprotéides, et il semble que ce phénomène est une nouvelle preuve que la toxine diphtérique est produite, au moins partiellement, par la lyse du bacille lui-même. — MM. **Charles Benoit et André Helbronner** : *Note de Thérapeutique photochimique*. La présence de certaines matières médicamenteuses dans l'organisme, particulièrement dans le torrent circulatoire, détermine des effets thérapeutiques beaucoup plus actifs quand on expose en même temps le sang par la voie des capillaires superficiels à l'action des radiations ultraviolettes ou infrarouges suivant les cas. Il devient par suite possible, pour obtenir un effet thérapeutique donné de diminuer dans des proportions importantes les doses employées, d'où utilisation thérapeutique intégrale du médicament; cet avantage est particulièrement utile quand on s'adresse aux substances toxiques. On peut prévoir une corrélation entre le spectre d'absorption du médicament employé et les radiations qui l'activent, d'où possibilité éventuelle de déterminer *a priori* les radiations activantes. Certains vaccins sont activés par l'irradiation infrarouge.

Séance du 25 Août 1930.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **Cl. Chevalley** : *Sur un théorème de M. Hasse*. — M. **Georges Durand** : *Application des notions de convexité et de contingent à l'obtention de certains critères de dénombrabilité*. — M. **Nicola Obrechko** : *Sur les séries des fonctions*.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — MM. **A. P. Rollet et L. Andrés** : *Sur les borates de caesium*. Les auteurs ont pu mettre en évidence trois borates de caesium qui n'avaient jamais été préparés jusqu'à présent. — MM. **L. Bert et P. Ch. Dorier** : *Sur une nouvelle méthode de synthèse de l'alcool cinnamique et de ses homologues*. — M. **R. Weill** : *Nouvelles observations sur le quartz*. — M. **A. Yersin** : *Quelques observations d'électricité atmosphérique*.

3° SCIENCES NATURELLES. — MM. **M. Blumenthal, P. Fallot et A. Marin** : *Observations géologiques sur la chaîne calcaire du Rif espagnol du Djebel Musa à Xauen*. Les travaux des auteurs ont mis en évidence la continuité de la bande de terrains paléozoïques qui, bordant la côte méditerranéenne, forme l'intérieur de l'arc montagneux du nord du Maroc, baptisé par extension du nom d'arc rifain. Ils ont de même établi la continuité, à la périphérie du Paléozoïque, de la chaîne calcaire, en majeure partie jurassique, qui, depuis le Djebel Musa (ouest

de Ceuta) jusqu'à la transversale de l'oued M'ter et au delà, est connue sur 120 à 130 km. et forme l'unité géologique directrice de toute la région; puis, autour de la courbe convexe dessinée par cette chaîne, la continuité de Flysch. Dans une récente excursion, les auteurs ont pu relever les étroites analogies qui rapprochent les formations de ces diverses zones de celles qui leur correspondent en Andalousie et ont précisé leur allure. — M. **Th. Biéler-Chatelan** : *Le glacier polysynthétique quaternaire de Monti Simbruni (Apennin central) : Les limites de son extension*. Des traces glaciaires ont montré qu'aux temps quaternaires le massif des Monti Simbruni dut être couvert de glaciers qui, descendant de cinq vallées parallèles, se réunirent dans l'amphithéâtre du Piano del Cavaliere pour former un glacier polysynthétique étendu, épais de plus de 300 m. Celui-ci à son tour se ramifia, d'une part dans la vallée du Turano, et d'autre part, descendant jusque dans la vallée de l'Aniene. Les dimensions apparemment extraordinaires de ce glacier ont été mises en doute, mais l'auteur en fournit, dans la présente Note, de nouvelles preuves, d'ordre à la fois morphologique (profil en U des vallées, roches aplanies ou moutonnées, roches striées, etc.) et erratique. — MM. **H. Hérissé** : *Sur le vicioside*. Le vicioside a été isolé, à l'état cristallisé en partant des semences de Vesce d'hiver. Il est dédoublable par l'émulsine, et obéit à la règle générale d'après laquelle les hétérosides hydrolysables par cet enzyme sont lévogyres et donnent du glucose d au nombre de leurs produits de dédoublement. — M. **Louis Blaringhem** : *Sur un hybride autofertile d'Egilops et de Blé (Egilops ovata L. X Triticum dicoccum Schub. var. Ajar Percival)*. L'auteur a fourni le premier exemple bien établi d'hybride autofertile à partir des genres *Egilops* et *Triticum*. De plus la série d'observations faites sur *Egilops ovata* X *Triticum abyssinicum* confirme diverses règles énoncées antérieurement, en particulier l'augmentation de fertilité chez (F_1) des pousses tardives et des chaumes non pléthoriques constatée chez *Egilops ventricosa* X *Triticum turgidum*, et montre de plus l'augmentation de fertilité des dernières fleurs formées dans les épillets de l'hybride. Enfin la fertilité récupérée des hybrides intergénériques est corrélative de la maturation en mosaïque, de la lignification locale des tissus, fait qui est plus accentué et bien visible dans l'hybride *Egilops ovata* X *Tr. Abyssinicum*. — M. **Louis Emberger** : *Sur une formule climatique applicable en géographie botanique*. Les recherches de l'auteur ont porté sur la région méditerranéenne. La formule générale cherchée doit être simple; elle ne peut tenir compte de tous les éléments météorologiques, aussi seuls les facteurs climatiques les plus importants pour la vie des végétaux ont-ils été retenus: la pluie, les températures et l'évaporation. L'affinité des climats entraînant l'affinité écologique de la végétation, l'auteur a pu établir de véritables équivalences entre des groupements végétaux très différents par leur flore, mais rigoureusement parallèles au point de vue écologique.

Le Gérant : Gaston DOIN.

Sté Gle d'Imp. et d'Édit., 1, rue de la Bertauche, Sens. — 2-31.